



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TEMA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

**SISTEMA DE CONTROL DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA EN EL CAMPUS MARÍA
AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Trabajo de titulación previo a la obtención
del Título de INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES: WALTER JOSÉ SÁNCHEZ LOMBEYDA

KERLY VERÓNICA CASTRO SAQUINGA

TUTOR: ING, VIRGILIO ORDOÑEZ RAMÍREZ, PhD.

Guayaquil – Ecuador

2024



**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Walter José Sánchez Lombeyda con documento de identificación N° 0950502187 y Kerly Verónica Castro Saquina con documento de identificación N° 0958375644. manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 26 del mes de febrero del año 2024

Atentamente,

Walter José Sánchez Lombeyda

CI. 0950502187

Kerly Verónica Castro Saquina

CI. 0958375644



**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Walter José Sánchez Lombeyda con documento de identificación N° 0950502187 y Kerly Verónica Castro Saquina con documento de identificación N° 0958375644, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo experimental: "Sistema de Control del Nivel de Presión Sonora en el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 26 del mes de febrero del año 2024

Atentamente,

Walter José Sánchez Lombeyda
CI. 0950502187

Kerly Verónica Castro Saquina
CI. 0958375644



CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ingeniero Virgilio Alonso Ordoñez Ramírez con documento de identificación N° 0909780850 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: SISTEMA DE CONTROL DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA EN EL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, realizado por Walter José Sánchez Lombeyda con documento de identificación N° 0950502187 y por Kerly Verónica Castro Saquinga con documento de identificación N° 0958375644, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de trabajos experimentales que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 26 del mes de febrero del año 2024

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads "Virgilio Ordoñez R.". The signature is written over a horizontal line.

Ing. Virgilio Ordoñez Ramírez

CI. 0909780850

DEDICATORIA

Al concluir esta etapa de mi vida, deseo dedicar esta tesis de titulación a todos quienes fueron fuente de inspiración, apoyo y fortaleza; que, de una forma u otra, contribuyeron a que alcance mi título profesional de Ingeniero Ambiental.

Walter Sánchez Lombeyda

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas aquellas personas que han sido una fuente constante de inspiración, apoyo y motivación en mi vida. A ellos que han contribuido de manera significativa a la realización de este trabajo de investigación.

En cada página de esta tesis, hay un pedazo de cada uno de ellos que me brindaron su amor, apoyo y conocimiento, que han sido una fuente constante de inspiración. Espero que este trabajo sea una pequeña muestra de mi gratitud por todo lo que han hecho por mí.

Kerly Verónica Castro Saquina

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios, por darme el don de la perseverancia; a mis padres que me educaron para mi crecimiento personal; a mí tutor Ingeniero Virgilio Ordoñez, que a través de sus conocimientos me compartió su sabiduría; a la Ingeniera Carmen Palacios por su guía y experiencia; a los docentes, por ser buenos mentores del aprendizaje; a los compañeros, verdaderos amigos que compartimos momentos y experiencias; y a la universidad, que me brindó la oportunidad de ser profesional. ¡Gracias a todos, sin su apoyo nada de esto hubiera sido posible!

Walter Sánchez Lombeyda

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme tener y disfrutar de mi familia, gracias por darme la oportunidad de vivir esta experiencia y otorgarme conocimiento que a diario me enseñan a ser mejor. A mis padres, Rogerio Agustín Castro Loor y Marcia Guadalupe Saquinga Alcaciega por su amor incondicional, apoyo inquebrantable y por creer en mí en todo momento, aprecio profundamente la disposición de ambos para escucharme, animarme y celebrar mis logros y caídas. Su sacrificio y dedicación han sido la fuerza impulsora detrás de mis logros académicos.

También quiero agradecer a mis hermanos, Mónica Castro, Jean Paul Castro, Jean Pierre Castro y Cristhian Castro por su aliento, comprensión y por estar siempre a mi lado, brindándome ánimo y motivación cuando más lo necesitaba.

Agradezco también a una persona en especial que ha sido uno de mis mayores apoyos, mi compañero incondicional y mi inspiración a lo largo de este viaje académico: mi novio, Antony García Alvear, gracias por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba de mis capacidades. Tus palabras de aliento y tu apoyo incondicional me han dado la fuerza y la determinación para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles, te amo más de lo que las palabras pueden expresar, y estoy infinitamente agradecida por tenerte a mi lado en este viaje y en todos los demás que están por venir.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi gratitud a mis profesores por su inspiración, conocimientos compartidos y por motivarme a explorar nuevas ideas y enfoques en mi investigación. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin su ayuda y apoyo. ¡Gracias!

Kerly Verónica Castro Saquinga

RESUMEN

Actualmente en el Ecuador, la contaminación acústica ha ido en aumento logrando alcanzar niveles exagerados de ruido que afectan a la salud de la población. Es evidente, que en los centros educativos es necesario efectuar un diagnóstico sobre el tema del ruido a la comunidad universitaria, en base a encuestas y mediciones en varios puntos críticos al interior de la edificación del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil. Esta información, es de suma importancia para la toma de decisiones en cuanto a la implementación de acciones, planes y estrategias, que permitan reducir la presión sonora de manera eficaz.

En este sentido, se propone construir un sistema de control basado en lógica difusa cuyo mecanismo detecte y alerte sobre la presencia de contaminación acústica en el centro educativo. Este sistema basado en técnica de inteligencia artificial, indica los estados de nivel de ruido captados de las diversas actividades académicas mediante lo que se ha denominado semáforo ruido. Por consiguiente, este trabajo de titulación presenta la problemática, las causas, consecuencias, evaluaciones, análisis de los resultados, conclusiones y recomendaciones; que se fundamentan en los límites permisibles vigentes de fuentes fijas de ruido y a las normas ambientales vigentes en el país; como paso previo al diseño, construcción y comprobación del prototipo del sistema de control de presión sonora.

Palabras Clave: Contaminación acústica, decibeles, presión sonora, emisión de ruido.

ABSTRACT

Currently in Ecuador, noise pollution has been increasing reaching exaggerated noise levels that affect the health of the population. It is evident that in educational centers it is necessary to carry out a diagnosis on the issue of noise to the university community, based on surveys and measurements at various critical points inside the building of the Campus Maria Auxiliadora of the Salesian Polytechnic University of Guayaquil. This information is of utmost importance for the decision-making process regarding the implementation of actions, plans and strategies of actions, plans and strategies to reduce the sound pressure in an effective way.

In this sense, it is proposed to build a control system based on fuzzy logic whose mechanism detects and warns about the presence of noise pollution in the school. This system based on artificial intelligence technique, indicates the states of noise level captured from the various academic activities through what has been called noise traffic light. Therefore, this degree work presents the problems, causes, consequences, evaluations, analysis of the results, conclusions and recommendations; which are based on the current permissible limits of fixed sources of noise and environmental standards in force in the country; as a previous step to the design, construction and testing of the prototype of the sound pressure control system.

Key words: *Noise pollution, decibels, sound pressure, noise emission.*

INDICE

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
DEDICATORIA.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento de la Problemática	2
<i>1.2.1. Descripción del Problema.....</i>	<i>2</i>
<i>1.2.2. Definición del Problema.</i>	<i>5</i>
1.3. Delimitaciones.....	5
<i>1.3.1. Localización del Proyecto.....</i>	<i>6</i>

1.3.2. Geográfica o Espacial.....	7
1.3.3. Temporal	7
1.3.4. Sectorial	8
1.3.5. Institucional.....	8
1.4. Pregunta de Investigación.....	8
1.5. Justificación	9
1.6. Objetivos	10
1.6.1. Objetivo General.....	10
1.6.2. Objetivos Específicos	10
1.7. Bases Hipotéticas	10
1.7.1. Hipótesis General.....	10
1.7.2. Hipótesis Específicas.	11
1.8. Variables.....	11
1.8.1. Variables Dependientes.....	11
1.8.2. Variables independientes	11
CAPÍTULO 2.....	12
2. Fundamentación Teórica.....	12
2.1. Referencias Históricas	12
2.2. Bases Conceptuales.....	13
2.2.1. Sonido.....	13

2.2.2. <i>Presión Acústica</i>	14
2.2.3. <i>Decibelio</i>	14
2.2.4. <i>Reverberación</i>	14
2.2.5. <i>Luces LED</i>	14
2.2.6. <i>Comunicación Visual</i>	15
2.2.7. <i>Mapa de Ruido</i>	15
2.2.8. <i>Filtros para Análisis de Frecuencia</i>	16
2.3. Bases Teóricas	16
2.3.1. <i>Fuentes Emisoras</i>	16
2.3.2. <i>Efectos del Ruido</i>	17
2.4. Otras Consideraciones Teóricas	18
2.4.1. <i>Características del Ruido</i>	18
2.4.2. <i>Tipos de Ruido</i>	18
2.4.3. <i>Vías de Transmisión</i>	19
2.4.4. <i>Acústica en Centros Educativos</i>	20
2.4.5. <i>Interacción Educativa</i>	21
2.4.6. <i>Población</i>	21
2.4.7. <i>Tamaño de la Muestra</i>	22
2.4.8. <i>Percepción del Ruido</i>	22
2.4.9. <i>Curvas Ponderadas por Frecuencia</i>	22
2.5. Bases Legales	23

2.5.1. Normativa Ecuatoriana.....	23
2.5.2. Normativa Europea.....	25
2.5.3. Límites Permisibles.....	27
CAPÍTULO 3.....	29
3. Métodos y Materiales	29
3.1. Diseño del Proyecto	29
3.1.1. Área de Estudio.....	29
3.1.2. Tipo de Investigación	29
3.1.3. Orientación del Proyecto	29
3.1.4. Técnicas de Recolección de Datos.....	30
3.1.5. Procesamiento de Información	31
3.1.6. Medios y Coste.....	32
3.2. Instrumentos y Equipos	32
3.2.1. Programa Excel.	33
3.2.2. Sonómetro.	33
3.2.3. Calibrador.....	34
3.2.4. Programa VA-SLM.....	36
3.2.5. GPS	36
3.2.6. Flexómetro.	37
3.2.7. Calculadora para Tamaño de la Muestra.....	37
3.2.8. Google Drive.....	39

3.2.9. <i>Semáforo de Ruido</i>	39
3.2.10. <i>Programación de Placas Arduino</i>	39
3.2.11. <i>Computadora</i>	40
3.3. Población y Muestreo	40
3.3.1. <i>Población</i>	40
3.3.2. <i>Tamaño de la Muestra</i>	40
3.4. Encuesta	41
3.4.1. <i>Escalas de Valorización</i>	41
3.4.2. <i>Matriz para Encuesta</i>	42
3.4.3. <i>Levantamiento de Información</i>	43
3.5. Medición del Ruido	45
3.5.1. <i>Proceso de Medición</i>	45
CAPÍTULO 4	47
4. Resultados y Discusión	47
4.1. Evaluación de la Encuesta	47
4.1.1. <i>Población y Muestra</i>	47
4.1.2. <i>Levantamiento de la Encuesta</i>	47
4.1.3. <i>Resultados de la Encuesta</i>	49
4.1.4. <i>Análisis de la Encuesta</i>	51
4.1.5. <i>Análisis Final de Resultados</i>	59

4.2. Evaluación del Ruido	61
4.2.1. <i>Puntos de Muestreo.....</i>	<i>61</i>
4.2.2. <i>Resultados de Medición del Ruido.....</i>	<i>62</i>
4.2.3. <i>Análisis de la Medición.....</i>	<i>72</i>
4.2.4. <i>Análisis Final de Resultados.....</i>	<i>78</i>
4.3. Sistema de Control para Ruido.....	81
4.3.1. <i>Componentes del Sistema.....</i>	<i>81</i>
4.3.2. <i>Herramientas de Programación.....</i>	<i>83</i>
4.3.3. <i>Proceso de Operación.....</i>	<i>84</i>
4.3.4. <i>Programación de Arduino.....</i>	<i>86</i>
4.3.5. <i>Verificación de Datos con el Sistema de Control.....</i>	<i>87</i>
4.3.6. <i>Resultados de la Experimentación.....</i>	<i>88</i>
4.3.7. <i>Discusión.....</i>	<i>109</i>
4.3.8. <i>Resultados de Ruido en las Diversas Áreas del Campus María Auxiliadora.....</i>	<i>110</i>
4.3.9. <i>Resultados de la Comprobación de la Hipótesis.....</i>	<i>111</i>
CAPÍTULO 5.....	114
5. Conclusiones y Recomendaciones	114
5.1. Conclusiones.....	114
5.2. Recomendaciones.....	115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118

ANEXOS	121
<i>Anexo No 1</i>	<i>122</i>
<i>Anexo No 2</i>	<i>124</i>
<i>Anexo No 3</i>	<i>126</i>
<i>Anexo No 4</i>	<i>128</i>

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización del Proyecto	6
Tabla 2. Leyes y Normativas del Ruido en Ecuador	23
Tabla 3. Leyes y Normativas del Ruido en la Unión Europea	25
Tabla 4. Proceso del Proyecto Experimental	31
Tabla 5. Matriz de Resultados de la Encuesta.....	44
Tabla 6. Total, Población Universitaria Período 63	47
Tabla 7. Resultados Totales de la Encuesta	49
Tabla 8. Puntos de Medición del Ruido	62
Tabla 9. Datos Obtenidos el día 24.01.2024 (Matutina con Estudiantes).....	64
Tabla 10. Datos obtenidos el día 25.01.2024 (Matutina con Estudiantes).....	65
Tabla 11. Datos obtenidos el día 26.01.2024 (Matutina con Estudiantes).....	66
Tabla 12. Datos obtenidos el día 24.01.2024 (Matutina con Estudiantes).....	67
Tabla 13. Datos obtenidos el día 25.01.2024 (Matutina con Estudiantes).....	67
Tabla 14. Datos obtenidos el día 26.01.2024 (Matutina con Estudiantes).....	67
Tabla 15. Datos obtenidos el día 24.01.2024 (Vespertina con Estudiantes).....	68
Tabla 16. Datos obtenidos el día 25.01.2024 (Vespertina con Estudiantes).....	69
Tabla 17. Datos obtenidos el día 26.01.2024 (Vespertina con Estudiantes).....	70
Tabla 18. Datos obtenidos el día 28.01.2024 (Matutina sin Estudiantes).....	71
Tabla 19. Resultados de la Medición del Ruido.....	72
Tabla 20. <i>Escala de Colores para Fuentes Fijas de Ruido</i>	79
Tabla 21. Promedios dB por Ambientes.....	79
Tabla 22. Promedio Total de Ruido Con y Sin Estudiantes.....	81

Tabla 23. Laboratorio de Química Explicación.....	89
Tabla 24. Laboratorio de Química Experimentación.....	90
Tabla 25. Dirección de Carrera Explicación.....	91
Tabla 26. Dirección de Carrera Experimentación.....	92
Tabla 27. Recepción Explicación.....	94
Tabla 28. Recepción Experimentación.....	94
Tabla 29. Bar Principal Explicación.....	96
Tabla 30. Bar Principal Experimentación.....	96
Tabla 31. Laboratorio A1 Explicación.....	97
Tabla 32. Laboratorio A1 Experimentación.....	98
Tabla 33. Aula A-600 Explicación.....	99
Tabla 34. Aula A-600 Experimentación.....	99
Tabla 35. Aula A-509 Explicación.....	101
Tabla 36. Aula A-509 Experimentación.....	101
Tabla 37. Aula A-401 Explicación.....	103
Tabla 38. Aula A-401 Experimentación.....	103
Tabla 39. Aula A-308 Explicación.....	105
Tabla 40. Aula A-308 Experimentación.....	105
Tabla 41. Aula A-213 Explicación.....	107
Tabla 42. Aula A-213 Experimentación.....	107
Tabla 43. Área Central Explicación.....	109
Tabla 44. Área Central Experimentación.....	109

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Esquema de árbol problema de la emisión de ruido.....	4
Imagen 2. Mapa de la Universidad Politécnica Salesiana.....	7
Imagen 3. Niveles de emisión del ruido o presión sonora	12
Imagen 4. Vías de transmisión del ruido en aulas de docencia.....	19
Imagen 5. AM 097-A Anexo 5 Tabla 1: LMP de Ruido para Fuentes Fijas.	28
Imagen 6. Esquema del sonómetro.	33
Imagen 7. Calibrador del sonómetro.	35
Imagen 8. Proceso de calibración del sonómetro.....	35
Imagen 9. Dispositivo GPS de mano.	36
Imagen 10. Flexómetro o tecnómetro para medición.....	37
Imagen 11. Calculadora de Tamaño de la Muestra y Error.....	38
Imagen 12. Semáforo Ruido.....	40
Imagen 13. Cuadro para el Levantamiento de la Encuesta	43
Imagen 14. Recolección de datos de la Encuesta.....	48
Imagen 15. Pregunta 1 de la Encuesta.....	51
Imagen 16. Pregunta 2 de la Encuesta.....	52
Imagen 17. Pregunta 3 de la Encuesta.....	53
Imagen 18. Pregunta 4 de la Encuesta.....	54
Imagen 19. Pregunta 5 de la Encuesta.....	55
Imagen 20. Pregunta 6 de la Encuesta.....	55
Imagen 21. Pregunta 7 de la Encuesta.....	56
Imagen 22. Pregunta 8 de la Encuesta.....	57

Imagen 23. Pregunta 9 de la Encuesta.....	58
Imagen 24. Pregunta 10 de la Encuesta.....	59
Imagen 25. Datos de la Valorización Total de la Encuesta.....	59
Imagen 26. Porcentajes de Valorización Total de la Encuesta.....	60
Imagen 27. Evidencias de Mediciones del Ruido.	63
Imagen 28. Promedios Totales de medición del Ruido.....	80
Imagen 29. Circuito de Conexiones sobre Placa Base	82
Imagen 30. Proceso de Funcionalidad del Sistema.	83
Imagen 31. Gráfico de Relación entre dB y mV	85
Imagen 32. Gráfico Corregido de Valores entre mV y Voltios	86
Imagen 33. Tarjeta Arduino Uno	86
Imagen 34. Umbrales de Colores del Semáforo Ruido.....	87
Imagen 35. Prototipo Resultante Experimental.....	88
Imagen 36. Evidencias de la Experimentación en el Área de Laboratorio	89
Imagen 37. Evidencia de la Experimentación en el Área de Dirección de Carrera	91
Imagen 38. Evidencia de la Experimentación en el Área de Recepción.....	93
Imagen 39. Evidencia de la Experimentación en el Área del Bar Principal	95
Imagen 40. Evidencias de la Experimentación en el Área del Laboratorio A1	97
Imagen 41. Evidencias de la Experimentación en el Área del Piso 5	98
Imagen 42. Evidencias de la Experimentación en el Área del Piso 4	100
Imagen 43. Evidencias de la Experimentación en el Área del Piso 3	102
Imagen 44. Evidencias de la Experimentación en el Área del Piso 2	104
Imagen 45. Evidencia de la Experimentación en el Área del Piso 1.....	106

Imagen 46. Evidencia de la Experimentación en el Área Central.....	108
Imagen 47. Ruido Resultante basado en Escala de Colores.....	110
Imagen 48. Distribución de los Datos	112
Imagen 49. Comparación de las Medias de las Muestras R y A.....	113

CAPÍTULO 1

1. Introducción

1.1. Antecedentes

El ruido a nivel global, representa un grave problema ambiental que afecta de manera directa el desempeño de los seres humanos. En el Ecuador, la contaminación acústica en zonas urbanas en constante crecimiento es la principal causa de deficiencias auditivas y problemas en la salud de la población. Al respecto, se ha comprobado que las mayores emisiones de presión sonora provienen de fuentes como el tráfico vehicular; actividades de la construcción e industriales; eventos de recreación; caravanas, procesiones, concentraciones y protestas.

En los centros de educación, el nivel de ruido que se genera al exterior e interior es muy alto y afecta al proceso de enseñanza. Es así que, la transmisión del conocimiento resulta afectado a causa del fenómeno reflectante por paredes, aberturas y tabiques de las aulas de docencia, teniendo como consecuencia la falta de la concentración y entendimiento; incapacidad para receptor el mensaje y problemas de audición; bajo rendimiento y pésima calidad del aprendizaje.

De lo expuesto, se ha propuesto realizar la presente investigación del tipo experimental en la edificación principal ubicada en el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil, en razón de la presencia de niveles de ruido producido por el rodamiento de autos y buses; maquinarias y equipos de construcción; uso de luminarias artificiales y dispositivos al interior de las aulas de docencia; tonos de voz altos y gritos disonantes de los miembros de la comunidad educativa; actividades industriales y empresariales en el entorno; y movilidad de los estudiantes, personal administrativo y docentes hacia el centro del estudio.

Actualmente, el Campus María Auxiliadora no cuenta con un estudio apropiado y documento de gestión para el cumplimiento de los límites permisibles de presión sonora y de salud

ocupacional para las distintas actividades académicas; tal como lo exige la legislación ambiental vigente. Con la ausencia de este documento es imposible la ejecución, implantación de estrategias y elaboración de un plan de medidas correctivas que permitan la reducción de los niveles de ruido en las instalaciones, con el fin de preservar la calidad de enseñanza y la salud de los miembros de la comunidad universitaria.

Dentro de este contexto, se plantea un estudio basado en la encuesta a estudiantes y docentes para reconocer cual es el nivel de percepción que tienen frente a esta problemática; identificar los puntos de incidencia; evaluar y medir los niveles de ruido para identificar aquellos lugares donde se presente un impacto significativo y realizar un plan de acción para mitigar el impacto; aportar con nuevas ideas con la finalidad de construir un sistema de control de ruido que permita establecer si excede los límites permisibles dentro de la normativa ambiental vigente para poder crear o generar un mecanismo de autocontrol que sea modelo a seguir por otras instituciones educativas.

En resumen, la presente propuesta investigativa pretende desarrollar, instaurar y crear un grado de consciencia ambiental para su autocorrección, en el evento que nuestras acciones estén generando un escenario con exagerados niveles de ruido sobre lo legalmente permisible.

1.2. Planteamiento de la Problemática

1.2.1. Descripción del Problema

La contaminación acústica, representa un grave problema ambiental por la excesiva emisión de partículas de presión sonora al ambiente que superan los límites permisibles vigentes, acarreando riesgos en las diversas actividades y la salud del ser humano. La generación de ruido, conlleva una mezcla confusa de sonidos que no tienen articulación, ritmo y armonía, que afectan al sistema auditivo; causando perjuicios, molestias, perturbaciones y daños en la salud para quien

lo percibe de forma exagerada.

En la actualidad, el ruido se ha considerado históricamente como un factor ambiental que puede causar molestia a las personas, pero recién en el 2011 la Organización Mundial de la Salud ha colocado las molestias causadas por el ruido como el principal efecto adverso sobre la salud humana. (WHO, 2011)

De hecho, la falta de control del ruido afecta al sistema nervioso, auditivo y el equilibrio; a la comunicación y la concentración; y es causa de diversas enfermedades tanto fisiológicas como psicológicas, que conlleva trastornos en el ritmo cardíaco, cansancio, fatiga y estrés.

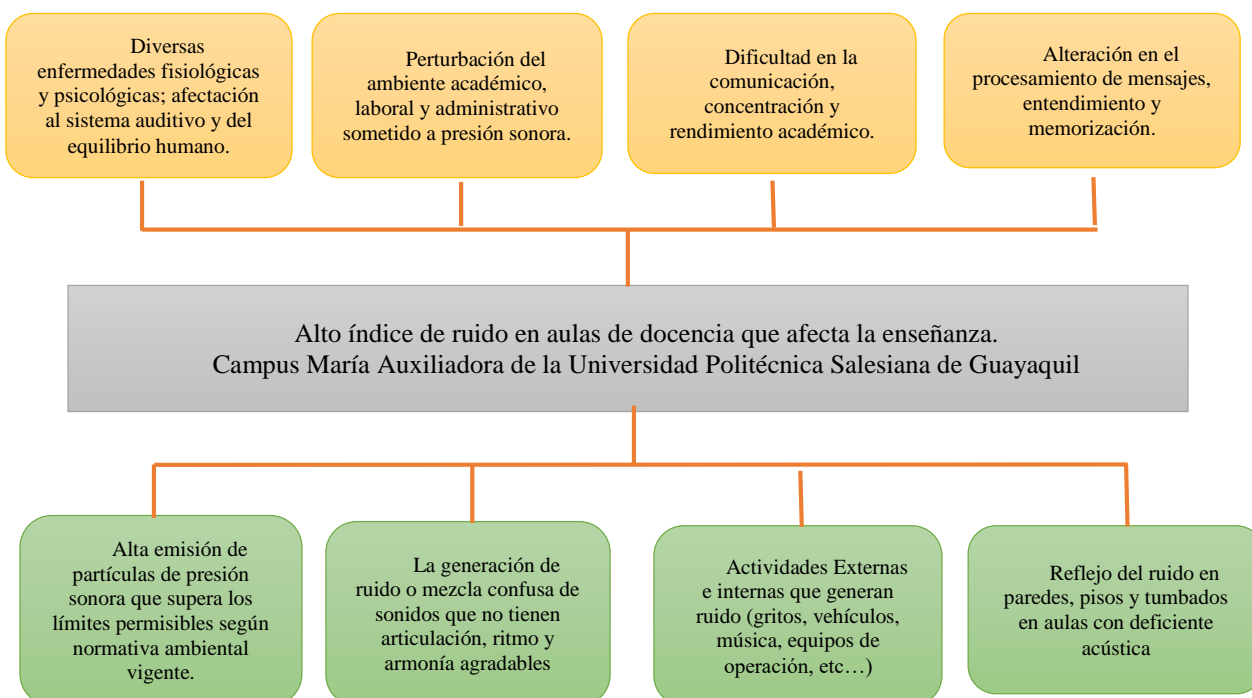
A pesar de la relación entre el ruido ambiental y los síntomas psicológicos, el ruido ambiental no indica un trastorno psiquiátrico clínico. Aun así, puede desarrollarse un trastorno psiquiátrico cuando una persona está expuesta a niveles de ruido más elevados. (Sahmurova, Balkaya, & Alpar, 2021)

Es así como, el excesivo ruido puede alterar los pensamientos, las actitudes y la forma en que se procesa los mensajes, dificultando el entendimiento y la memorización; perturbando las actividades normales y bienestar de las personas que se encuentran sometidas constantemente a este tipo de contaminación acústica. (ver imagen 1)

Según Summan, Barlett, Davies y Koehoorn (2020): “Los resultados de esta investigación indicaron que casi el 60% de los profesores participantes estaban expuestos a niveles inaceptables de ruido durante la enseñanza y el trabajo en los sistemas de excelencia y apoyo al profesorado, TESs” (p. 3).

Del mismo modo, los estudiantes al receptor emisiones de ruido por diversas fuentes y por encima de los límites permisibles, dificultan su proceso de atención, de transmisión del conocimiento y de rendimiento académico.

Imagen 1. Esquema de árbol problema de la emisión de ruido.



Nota. La imagen muestra las causas, problema central y efectos de la emisión de altos niveles de ruido en centro educativo. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

Por otro lado, el efecto Lombard ha demostrado que el ruido rebota en las paredes y tumbados reflectantes en las aulas con deficiente acústica, por lo que es necesario elevar la voz debido al aumento de los niveles de vibración sonora.

Cuando el sonido golpea contra una superficie, parte de él es absorbido, parte reflejado y otra parte transmitida a través de la superficie. Las superficies densas, en su mayor parte, aislarán bien el sonido, aunque lo reflejarán de nuevo hacia la sala. Las superficies porosas, en su mayor parte, absorberán bien el sonido, pero no lo aislarán. (Smith, 2021)

En efecto, el ruido procedente del exterior y al interior pueden invadir las aulas de docencia, por ello resulta importante conocer el diseño y el material usado en la construcción con el objeto de identificar y mejorar de ser el caso, las condiciones de contaminación acústica.

Ante todo esto, las instituciones de enseñanza no son ajenas a la problemática del ruido, pues están sometidas a actividades internas y externas que generan ruido tales como: flujo vehicular y uso de bocinas, además con aceleraciones, y frenadas; operación deficiente de acondicionadores de aire; mantenimiento de equipos e instalaciones; funcionamiento de industrias en el entorno; uso y operación de los proyectores; gritos disonantes de estudiantes, trabajadores, personal de guardias, contratistas; y también de docentes que tienen que elevar el tono de voz en el salón de clase.

1.2.2. Definición del Problema

La emisión de partículas de presión sonora excesiva al ambiente trae un efecto negativo en la salud al superar los 70 decibeles en las diversas actividades del entorno educativo. En este aspecto, la Organización Mundial de la Salud OMS, sugiere que la presión sonora de fondo en clases de docencia no supere los 35 dB para evitar dificultad en la comunicación, atención, comprensión, concentración, fatiga y estrés entre otras enfermedades.

Ante lo expuesto, la comunidad universitaria no conoce en tiempo real el nivel de presión sonora al que están sometidos por las diversas actividades académicas, siendo improbable corregir el problema de contaminación acústica de manera inmediata, al no disponer de un mecanismo de control que permita reducir la generación del ruido.

1.3. Delimitaciones

Las delimitaciones de la presente investigación experimental se enfocan en precisar el área de estudio contemplando el alcance espacial, temporal, sectorial e institucional. Es así que, expone claramente los aspectos puntuales del tema planteado buscando varias perspectivas del orden académico teniendo en cuenta su ubicación y actividad actual.

1.3.1. Localización del Proyecto

La edificación a investigar del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, se encuentra emplazada a unos 65 metros de la carretera que conduce de Guayaquil a Salinas en el sector suroeste de la ciudad de Guayaquil. (ver tabla 1)

Tabla 1. Localización del Proyecto

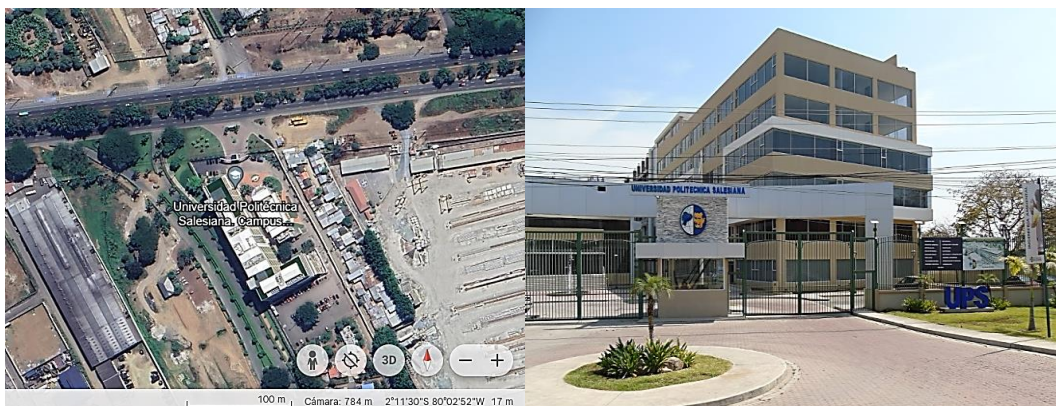
Política			
Item	Ubicación	Datos de Orientación	
1	Ecuador	Región	Costa
		Provincia	Guayas
		Ciudad	Guayaquil
		Parroquia	Chongón
Geográfica			
2	Vía Guayaquil -Salinas (km.19)	Norte	Urbanización “Costa Sol”
		Sur	Comuna “Nueva Vida”
		Este	Comuna “Nueva Esperanza”
		Oeste	Solares Baldíos
Geo-referencial			
3	Espacial	Sur	Coordenada 2° 11’30” S
		Oeste	Coordenada 80° 02’52” W
		Altura	17 msnm.
		Fuente	Google Earth

Nota: La tabla muestra el procesamiento informativo de la investigación.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

El área de estudio de contaminación acústica por ruido, está constituida por una planta baja donde se ubica el área administrativa y direcciones de carrera; cuatro plantas altas en las que se ubican las aulas de docencia y laboratorios; y una terraza para bar y eventos. (ver imagen 2)

Imagen 2. Mapa de la Universidad Politécnica Salesiana.



Nota: La imagen muestra la ubicación y fotografía del Campus Ma. Auxiliadora de Guayaquil.

Fuente de consulta: <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

1.3.2. Geográfica o Espacial

La propuesta de la presente investigación se encuentra localizado en Ecuador, al interior del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, edificación ubicada en el km. 19.5 de la Vía a la Costa en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas.

El campus universitario cuenta con una moderna edificación de seis pisos que se acopla al resto de la infraestructura existente que abarca un área total de 48109.88 m², donde se realizara los estudios a partir de encuestas, monitoreos y evaluaciones de los niveles de ruido en jornada diurna.

1.3.3. Temporal

El presente proyecto experimental fue enmarcada su entrega dentro de un periodo de tiempo de cuatro meses correspondiente al periodo 63, a partir de noviembre del 2023 hasta su entrega final a principios de marzo del año 2024.

La investigación consideró la toma de datos de generación de ruido al interior de la edificación principal del Campus María Auxiliadora en los tiempos establecidos, con el fin de implantar a futuro un sistema de control de presión acústica, como único medio para concientizar,

habituarse y reducir de los niveles de ruido en las aulas de docencia.

1.3.4. Sectorial

El Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana asentado a un costado de la vía a la costa, se encuentra en un sector de constante expansión y desarrollo, cuya edificación principal ocupa los 13000 m² y está proyectado en albergar a futuro en unos 5000 estudiantes.

El sector aledaño al centro académico, en un radio de un kilómetro alberga comunidades, urbanizaciones privadas, proyectos inmobiliarios en crecimiento, empresas de materiales de construcción e industrias existentes, generando niveles de ruido que podrían afectar las actividades académicas que se realizan en la edificación principal del campus universitario.

1.3.5. Institucional

El trabajo de titulación se cionó a lo dispuesto mediante RESOLUCIÓN N°114-06-2021-05-19: El Consejo Superior resuelve: Aprobar el documento: Estructura y Desarrollo del Trabajo de Titulación de Grado de la Universidad Politécnica Salesiana que incluye los anexos correspondientes al Formato de Rúbrica para la Evaluación del Trabajo de Titulación, definidos por las Áreas del Conocimiento.

Por lo tanto, se consideró lo dispuesto del Anexo 1, Opción de titulación: Trabajos Experimentales, cumpliendo a cabalidad con los cinco puntos exigidos; definición, objetivos, alcance, estructura de presentación y rúbrica para valorar el trabajo de titulación.

1.4. Pregunta de Investigación

En la búsqueda de dar respuesta al problema de la contaminación acústica se plantea la siguiente interrogante. ¿Es posible que los centros educativos establezcan acciones estratégicas de

autocontrol para minimizar el ruido? Al respecto, el trabajo de investigación deberá orientarse a esclarecer si el sonido debe ser fuerte para ser ruido; si afecta a una o un conjunto de personas; si puede perjudicar la estructura educativa; si existe normativas al interior que permita que lo controlen; si existen acciones concretas para combatirlo y finalmente, establecer si la respuesta es efectiva para la instalación de un sistema de control de presión sonora.

La respuesta puede basarse en la aplicación obligatoria de los límites permisibles sugeridos por la OMS, en las normativas ambientales o en ordenanzas a nivel país, considerando que la exposición de los niveles de presión sonora durante un largo periodo de tiempo en los centros de estudio podría ser perjudicial para docentes y estudiantes universitarios.

1.5. Justificación

En la mayoría de los centros de educación superior, se ha verificado que no se realiza el monitoreo de los niveles de contaminación acústica. Además, incumplen con las regulaciones y parámetros vigentes en lo que refiere a reducir las emisiones de ruido a límites permisibles que soporte el oído humano, estando expuestas a sanciones legales y financieras por parte de las autoridades ambientales del país.

El alto nivel de presión sonora, al que puede estar sometido un estudiante al interior de un centro educativo, trae consecuencias como una comunicación deficiente, falta de atención y concentración, bajo rendimiento y riesgos en la salud. En los docentes, afectación en la garganta por elevar la voz, dificultad en transmitir los conocimientos, estrés y cansancio que afecta su calidad de vida.

Por consiguiente, el presente trabajo de titulación de investigación experimental propone la creación de un sistema de control de ruido para el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, a través del uso de aplicaciones y herramientas, que permitan evaluar y

registrar el grado de exposición; analizar sus distintas fuentes y crear conciencia en estudiantes y docentes; con el fin de reducir la contaminación acústica; mejorar las condiciones de aprendizaje y del entorno educativo.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Construir un mecanismo de comunicación visual mediante la evaluación en línea de la presión sonora para control de la contaminación acústica.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Realizar evaluaciones de los niveles de ruido en distintas áreas del centro educativo mediante un sonómetro certificado para identificar las zonas de mayor intensidad sonora.
- Construir el sistema de evaluación sonora mediante instrumentos y equipos electrónicos para visualizar el nivel de contaminación acústica establecido en la legislación ambiental
- Probar el equipo construido en un área de la universidad mediante registro de datos para precisar la efectividad del sistema de control acústico.

1.7. Bases Hipotéticas

1.7.1. Hipótesis General

¿La construcción de un sistema de comunicación visual permitirá controlar la contaminación acústica?

1.7.2. Hipótesis Específicas

- ¿La realización de las evaluaciones de los niveles de ruido en distintas áreas del centro educativo permitirá identificar las zonas de mayor intensidad sonora?
- ¿La construcción del sistema de evaluación sonora permitirá visualizar el nivel de contaminación acústica?
- ¿Las pruebas del equipo instalado en un área de la universidad permitirá precisar la efectividad del sistema de control acústico?

1.8. Variables

1.8.1. Variables Dependientes

El ruido ambiental en centros de enseñanza superior.

1.8.2. Variables independientes

- Es un tipo de contaminante ambiental.
- Trastornos del sistema auditivo, Acusia e Hipoacusia.
- Problemas de salud, fisiológicos y psicológicos.
- Baja atención, concentración y rendimiento académico.
- Dificultad en la capacidad de aprendizaje.

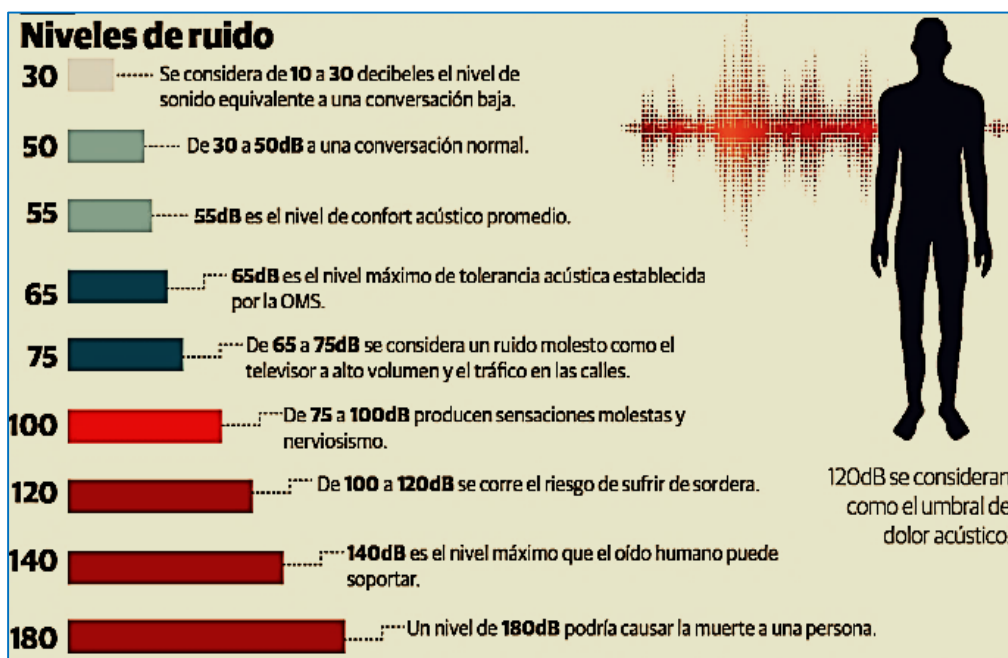
CAPÍTULO 2

2. Fundamentación Teórica

2.1. Referencias Históricas

En el año 2009, la Organización Mundial de la Salud OMS, publica que la discapacidad auditiva es la exposición constante de la población a niveles de presión sonora mayores a los 25 dB, que restringe las actividades diarias y que trae como consecuencia hipoacusia y sordera. Igualmente, la Organización Panamericana de la Salud OPS define al ruido como niveles de sonido no deseado que son parte del ambiente que causan posibles daños físicos al sistema auditivo, aumento de la tensión mental y son perjudiciales para la salud. (ver imagen 3)

Imagen 3. Niveles de emisión del ruido o presión sonora



Nota: La imagen muestra los niveles en decibelios dB de presión sonora y riesgos a la salud por una exposición prolongada.

Fuente de consulta: <https://www.diariolibre.com/actualidad/medioambiente/la-contaminacion-sonica-una-amenaza-de-graves-consecuencias-al-medio-ambiente-FX9189896>

Posteriormente en el año 1972, la OMS en la Primera Declaración Internacional redefine

al ruido como un tipo más de contaminación que conlleva consecuencias sobre la salud humana. Posteriormente, en el año de 1979, la Conferencia de Estocolmo clasificaba al ruido como un contaminante específico. Cabe indicar, que estos convenios fueron reconocidos, suscritos y ratificados por el Ecuador.

En el año 2019, la Organización Mundial de la Salud en sus estándares indica los decibeles permisibles para cada zona como son: residencias, industrias y centros de enseñanza. Entre las recomendaciones, considera no superar los 55 decibeles de ruido en el día y 45 decibeles en la noche. Además, sugiere que los niveles de ruido no deben superar los 70 decibeles para evitar daños de manera temporal o permanente en la audición humana.

Actualmente, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador, autoridad ambiental del país, cataloga al ruido excesivo como molesto y que causa daño a salud y al ambiente, como también altera las condiciones naturales de los ecosistemas. Por ello, el 6 de agosto de cada año, se conmemora el Día del No Ruido, con el fin de concientizar, controlar, monitorear y buscar estrategias para contrarrestar los daños ocasionados por los altos niveles de contaminación acústica.

2.2. Bases Conceptuales

2.2.1. *Sonido*

Es la propagación de ondas mecánicas que tienen su origen en la vibración de un cuerpo que genera variaciones de presión propagándose por un medio elástico, como el aire.

De acuerdo a Parra y Ruiz (2018), “El sonido es un fenómeno físico que consiste en unas vibraciones ínfimas de las partículas de un medio, en este caso el aire, que se propaga a través de dicho medio y alcanzan finalmente el oído humano” (p. 20).

2.2.2. Presión Acústica

Es la presión sonora que se mide en decibelios dB, en un punto donde la onda sonora realiza un nivel de presión en relación a un nivel de referencia que es 2-10-5 Pa en el aire.

Monroy (2006), la define como: “Diferencia entre la presión total instantánea en un punto determinado, en presencia de una onda acústica, y la presión estática en el mismo punto.

Símbolo: P. Unidad: Pa” (p. 1).

2.2.3. Decibelio

Es una unidad de medida que se utiliza para indicar el nivel de potencia o intensidad que posee el sonido.

En efecto Burneo (2007), explica que: “La presión sonora es medida en decibelios (dB) o unidades para expresar la relación entre dos presiones sonoras o intensidades. Un decibelio sirve para comparar dos valores, dos niveles de potencia” (p. 31).

2.2.4. Reverberación

Es un efecto de energía del sonido, que se produce cuando la fuente emisora rebota alrededor de un espacio y consiste en oír el sonido en un tiempo posterior a la extinción de la onda sonora.

Al respecto, Duque Aldaz, Pérez Benítez, Fierro Aguilar y Tobar Farías (2021) indican que: “Cuando el sonido reflejado es percibido por el oyente separado en el tiempo del sonido, originalmente menos de 0,05 segundos fomenta la inteligibilidad. A este sonido se lo denomina reverberación” (p. 141).

2.2.5. Luces LED

Es un dispositivo electrónico compuesto de un semiconductor sólido que tiene la capacidad de convertir la intensidad de la fuente luminosa entrante en un producto de consumo

reducido y eficiente.

Los diodos emisores de luz LED son la próxima generación de iluminación energética eficiente. Ofrecen una larga vida útil, efectos luminosos dinámicos y una gran flexibilidad de diseño. Estas características hacen de los LED una fuente de luz atractiva. Los downlights LED superan a las lámparas fluorescentes compactas (FL) tradicionales en términos de eficiencia y calidad de la iluminación. (Castilla, Bisegna, & Blanca-Gimenez, Web Of Science, 2018).

2.2.6. Comunicación Visual

Es un proceso que usa elementos visuales como ideas, imágenes y símbolos, para la transmisión de información con el fin de comunicar un mensaje de forma clara y concisa.

Es bien sabido que la comunicación visual es universal y la forma de comunicación más antigua desde la prehistoria hasta nuestros días. Por otro lado, en los últimos años está surgiendo rápidamente la necesidad de cursos multidisciplinarios, especialmente en los ámbitos de las ciencias aplicadas que están relacionados con diferentes tipos de expresión artística y utilizan diversos programas informáticos. (Ljiljana & Slavik, 2009)

2.2.7. Mapa de Ruido

Es una herramienta cartográfica de gestión ambiental que permite evaluar el ruido en una zona determinada que se encuentra expuestas a diferentes fuentes.

Un mapa de ruido es una representación gráfica de la situación acústica de un espacio determinado, un tiempo determinado, caracterizado por un índice acústico. Se trata de una herramienta fundamental tanto en la planificación como en el control y gestión del ruido ambiental. (Avilés & Perera, 2017)

2.2.8. Filtros para Análisis de Frecuencia

Los sonómetros utilizan filtros de análisis frecuencial para medir y analizar los niveles de presión sonora en diferentes frecuencias.

En la mayoría de casos no es suficiente conocer el nivel de presión sonora total L_p y el nivel ponderado L_A , sino que es necesario disponer de una información más detallada de su espectro, es decir, de su contenido energético a distintas frecuencias. Es lo que se ha convenido en llamar análisis frecuencial de la señal. (Carrión, 1998)

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Fuentes Emisoras

Según el origen del ruido se las puede clasificar internas y externas.

2.3.1.1. Fuente Interna de Ruido. Son fuentes emisoras de presión sonora al interior de una edificación que se pueden controlar. Limita las actividades que se desarrollan en su interior, afectando a la salud auditiva y a las condiciones de salud.

Monroy (2006) señala que: “El conocimiento de las fuentes de ruido internas de los edificios es importante para proyectar el aislamiento acústico requerido por los locales habitables en función del nivel de ruido admisibles por su destino, y también para buscar soluciones específicas para protegerse de las fuentes causantes de las molestias acústicas dominantes” (p. 57).

2.3.1.2. Fuente Externa de Ruido. Son fuentes emisoras de presión sonora al exterior de una edificación que no se pueden controlar. Incide en la infraestructura variando en función de su propagación.

Según Tristán Hernández, Pavón García, López Navarro, & Samuel Kolosovas-Machuca (2016): “El ruido del tráfico en los alrededores, las obras públicas, etc., Son fuentes externas de ruido que afectan directamente a la calidad acústica de las instalaciones de estudio” (p. 2).

2.3.2. Efectos del Ruido

Son consecuencias derivadas por la alta exposición al ruido que conlleva alteraciones en la salud y el sistema auditivo.

Las molestias provocadas por el ruido pueden tener graves consecuencias fisiológicas, psicológicas y sociales. Entre ellas se incluyen sentimientos de perturbación, reacciones de estrés junto con trastornos de sueño, cambios hormonales, aumento de la presión arterial y del riesgo de infarto de miocardio, y un deterioro general del bienestar y de la calidad de la vida. (Onchang & Hawker, 2018)

Los centros educativos no cuentan con medidas para mitigar el ruido, el cual puede alcanzar niveles altos que perjudican a estudiantes y docentes, siendo un problema sanitario cada vez más importante.

En los últimos años, las fuentes de ruido en los campus universitarios se han vuelto complejas y diversas, y la contaminación acústica resultante es cada vez más problemática. Esto puede afectar negativamente a la capacidad de atención, la memoria y la comprensión de los estudiantes, así como a las actividades docentes. (Huang, Liu, & Meng, 2022)

El ruido de las aulas de docencia dificulta los procesos de atención y aprendizaje, esto se debe a que las fuentes e ruido del exterior hacen que se eleve la voz y la reverberación, propicie que el estudiante reciba el mensaje de forma repetida por el efecto de reflexión.

Ecophon (2022) señala que, “A medida que avanza el día, las aulas con peor acústica experimentan una conducta más disfuncional y disruptiva a raíz del aumento progresivo en los niveles de ruido” (p. 20).

2.4. Otras Consideraciones Teóricas

2.4.1. Características del Ruido

Este tipo de contaminación acústica presentan rasgos que lo diferencian de otros contaminantes.

- Es un contaminante que necesita poca energía para ser producido.
- Posee un radio de acción mucho menor que otros contaminantes.
- Se percibe solo con el sistema auditivo y no por los sistemas naturales.
- Es un contaminante barato, complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos en el ambiente y solo es acumulativo en el ser humano.
- Afecta a un entorno limitado próximo a una fuente sonora.
- Sus efectos no son inmediatos, aparecen durante un largo tiempo.

2.4.2. Tipos de Ruido

Se los clasifica de acuerdo a sus características, nivel de emisión y forma de propagarse.

- *Ruido Continuo*: Es aquel cuya presión sonora es constante, no varía durante el tiempo de exposición a diario. Tales como, los que produce la industria textilera y un taller de máquinas automáticas.
- *Ruido Intermitente*: Es aquel cuya presión sonora cuyo nivel cae bruscamente hasta alcanzar de nuevo un nivel superior, para luego de un tiempo de más de dos segundos

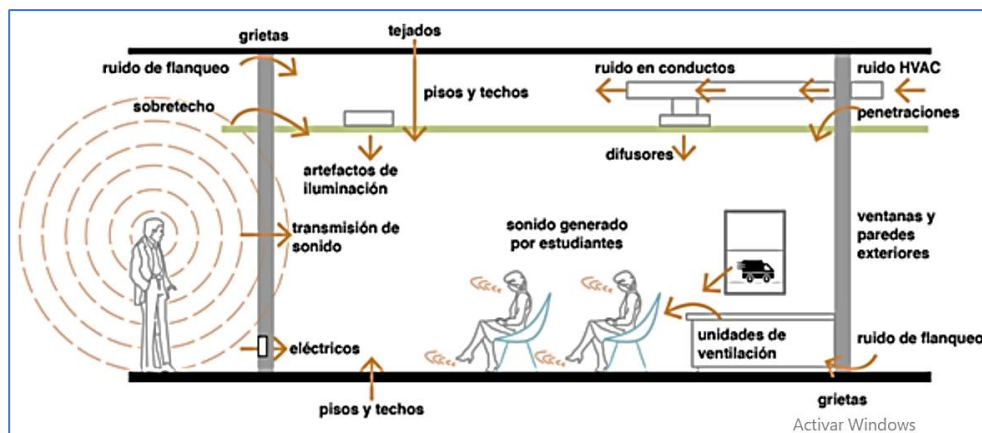
producir una nueva caída. Tales como, industrias metalmeccánicas, aserraderos y plantas de fundición.

- *Ruido de Impacto*: Es aquel cuya presión sonora se eleva bruscamente en un tiempo inferior a 35 milisegundos y una duración total de 500 milisegundos, Tales como, el ruido que produce las máquinas compactadoras y explosiones.
- *Ruido de Vibraciones*: Es aquel que se produce por el movimiento de un objeto unido a un medio sólido que se propaga a través de su estructura. Tales como, el ruido de motores, máquinas de presión y ascensores.
- *Ruido Blanco*: Es aquel cuya amplitud es constante en todo el rango de frecuencia audible. Tales como, los que produce la televisión y la radio estática.

2.4.3. Vías de Transmisión

Las principales vías de penetración del ruido en las edificaciones se dividen en dos grupos (ver imagen 4).

Imagen 4. Vías de transmisión del ruido en aulas de docencia



Nota: La imagen muestra la infraestructura de un aula de docencia y las diferentes vías de penetración de impacto del ruido.

Fuente de consulta: <https://enixnicole.wixsite.com/arquinox-bo/post/la-ac%C3%BAstica-del-sal%C3%B3n-de-clases>

- *Por Transferencia Aérea a través de:*

Aberturas y grietas en las paredes.

Conductos de ventilación.

Poros en paredes duras y continuas.

Vibraciones elásticas o de flexión de la pared

- *Por Propagación a través de Cuerpos Sólidos:*

Transmisión de Impacto, resultado de las vibraciones del material de las paredes que se convierten en irradiadores de sonido.

Transmisión por Flancos, por vibraciones longitudinales elásticas de paredes no adyacentes, por el espesor de las paredes y son irradiadas por paredes laterales.

Por vibraciones de maquinaria transmitidas a través del suelo, cimientos y otras partes de la estructura *del* edificio.

2.4.4. Acústica en Centros Educativos

Las propiedades acústicas de las aulas de docencia tienen una gran incidencia en el nivel de ruido al que se someten docentes y estudiantes.

- Ruido de fondo en aulas de docencia que provienen de fuentes externas e internas.
- Efecto de reverberación, producido por los rebotes de la onda sonora en paredes, tipo copia de mensajes a través de piso, cubierta y objetos del aula de docencia.
- Uso de tabiques muy delgados y aberturas en paredes que generan la transmisión del ruido desde el exterior hacia el interior del aula de docencia.
- Prácticas que involucren generación de ruido; mantenimiento de equipos y maquinarias; vibraciones en laboratorios y talleres; y otras como recreacionales, culturales y deportivas.

2.4.5. Interacción Educativa

El proceso de enseñanza-aprendizaje está compuesto por cuatro elementos: el docente, el estudiante, el contenido y las variables ambientales. Estos elementos dependen de la forma en que se relacionan en un determinado contexto.

- Docente: relación docente-estudiante; la actitud se enfoca en aspectos intelectuales y didácticos; la capacidad innovadora y compromiso con el proceso.
- Estudiante: relación estudiante-docente; la actitud se enfoca en el interés por aprender y adquirir conocimientos; disposición y motivación.
- Conocimiento: se basa en el contenido, el significado/valor, y la aplicabilidad práctica.
- Centro Educativo/aula de docencia: se enfoca en sus características, en la comprensión de la esencia del proceso educativo.

2.4.6. Población

Es el universo en estudio, establecida por un conjunto de elementos donde se observan variables, que son características que cambian de individuo a individuo. La población puede ser finita, menos de 10000, infinita mayores a 10000 o difusa, cambia con el tiempo.

En este sentido, para determinar la población se debe considerar los siguiente:

“Salvo en el caso de poblaciones muy pequeñas, lo habitual será trabajar con muestras por razones de tiempo, coste y complejidad en la recogida y análisis de los datos” (Anguita, Campos & Repullo, 2023, p.530).

De lo expuesto, para determinar la población total universitaria es necesario conocer la cantidad matriculada en el actual periodo y las jornadas académicas de estudio.

2.4.7. Tamaño de la Muestra

El tamaño de la muestra está determinado por un subconjunto y características que representa a la población, importante en el proceso de investigación experimental.

En este sentido, para el análisis precedente se debe considerar que:

“Se denominan técnicas de muestreo a los procedimientos que aseguran que los individuos que componen la muestra son representativos de la población de la que proceden”.

(Anguita, Campos & Repullo, 2023, p.530).

2.4.8. Percepción del Ruido

La sensibilidad auditiva individual, las preferencias personales, el contexto cultural y las circunstancias particulares afectan la percepción del ruido. Lo que puede ser ruido para una persona, puede ser solo un sonido de fondo aceptable para otra.

Independientemente de la edad de las personas o de la frecuencia de contacto con sonidos fuertes, las tres mayores quejas de todos los grupos fueron las conversaciones entre personas, el ruido del tráfico y los sonidos de la naturaleza. Sin embargo, mientras que entre los más jóvenes les molestan más las conversaciones entre personas y los ruidos del tráfico, en el grupo de personas maduras (grupo C) las principales quejas se refieren a las conversaciones y los sonidos de la naturaleza. (De Souza, Alberto, & Barbosa, 2019)

2.4.9. Curvas Ponderadas por Frecuencia

Son representaciones gráficas que muestran cómo el oído humano percibe diferentes frecuencias de ruido. En la ingeniería de sonido y acústica, estas curvas se utilizan para ajustar las mediciones de ruido para que sean más consistentes con la percepción auditiva humana.

Nuestro oído es menos sensible a frecuencias muy bajas y muy altas. Para tener esto en cuenta cuando se mide el sonido, se pueden aplicar unos filtros de ponderación. La

ponderación de frecuencias más común en la actualidad es la “ponderación A”, que se ajusta aproximadamente a la respuesta del oído humano y que proporciona unos resultados expresados como dB(A). (Kjær & Brüel, 2000)

2.5. Bases Legales

2.5.1. Normativa Ecuatoriana

En el Ecuador, a través de los años se han aprobado leyes, acuerdos ministeriales y otras directrices; para generar políticas que permitan prevenir y controlar la contaminación ambiental. Es así, que existen límites permisibles de emisión del ruido y cuyo control lo realiza el Ministerio del Ambiente del Ecuador MAE a partir del Plan de Manejo Ambiental. (ver tabla 2)

Tabla 2. *Leyes y Normativas del Ruido en Ecuador*

Normativa Ecuatoriana			
Ámbito	Base	Fundamento	Contenido
Legislación Ecuatoriana	Constitución o Carta Magna del Ecuador/octubre del 2008.	Título II de derechos, capítulo segundo de derechos del buen vivir. Artículo 14.	Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice su sostenibilidad
Legislación Ecuatoriana	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, TULSMA, reformado el 29 de marzo del 2013	Libro I de la autoridad ambiental. Título I de la misión, visión y objetivos del ministerio del ambiente. Artículo 1.	Establece que el ministerio del ambiente (MAE) tiene el rol de autoridad ambiental nacional garantizando un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.
Legislación Ecuatoriana	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y	Art. 54. Funciones; literal k.	Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal (GAD) las de regular, prevenir y

	Descentralización, COOTAD		controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal.
Legislación Ecuatoriana	Ley Orgánica de Salud, Ley 67.	Capitulo III, calidad del aire y de la contaminación acústica. Artículo 113	Toda actividad debe cumplir con las normas y reglamentos; para la prevención y control de contaminación por ruido para evitar afectaciones a la salud.
Normativa Ecuatoriana	Código Orgánico del Ambiente, COA, Registro Oficial N° 983 Suplemento, 12 de abril del 2017.	Capítulo V, calidad de los componentes abióticos y estado de los componentes bióticos. Artículo 194	La autoridad ambiental nacional con la autoridad de salud, expedirán normas técnicas; niveles máximos permisibles de ruido, métodos y procedimiento; y disposiciones para la prevención y control en edificaciones.
Normativa Ecuatoriana	Acuerdo Ministerial 097-A, publicado en el Registro Oficial No. 387 del 4 de noviembre del 2015.	Anexo 5; 4. Niveles máximos de emisión de ruido para FFR y FMR. Artículos 4.1 y 4.2.	Establece la tabla 1 niveles máximos de emisión de ruido (L _{keq}) para fuentes fijas de ruido y tabla 2 niveles máximos de emisión para fuentes móviles de ruido.
Normativa Ecuatoriana	Normativa Técnica Ecuatoriana INEN; NTE INEN ISO 1996 -1	Acústica, descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1 (ISO 1996-1:2003, IDT).	Establece las magnitudes básicas, descripción y métodos de evaluación del ruido en el ambiente.
Normativa Ecuatoriana	Normativa Técnica Ecuatoriana INEN; NTE INEN ISO 1996 -2	Acústica, descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2 (ISO 1996:2007 IDT).	Determinar los niveles de presión sonora mediante la medición que sirva como base para evaluar el ruido ambiental.
Normativa Ecuatoriana	Norma Técnica	Acústica. Determinación de la	Determina el nivel de exposición a partir de las

	Ecuatoriana NTE INEN-ISO 9612 del 01. 2014	exposición al ruido en el trabajo. Método de Ingeniería (ISO 9612:2009 IDT)	mediciones del nivel de ruido mediante el uso de sonómetros o exposímetros acústicos individuales.
Ordenanza Municipal	Ordenanza para Prevenir y Mitigar el Ruido en el Cantón Guayaquil del 18 de julio del 2014.	Artículos 1 al 19.	Establece el ámbito, la competencia, la emisión del ruido de fuentes fijas, la emisión del ruido de fuentes móviles, contravenciones, otras disposiciones y glosario.

Nota: La tabla nos muestra datos de la normativa ambiental ecuatoriana investigados en la web.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

2.5.2. Normativa Europea

La Unión Europea enfoca sus normativas y leyes respecto a la presión sonora en dos vertientes: un marco general que determina la acción de los estados miembros para determinar los niveles de contaminación acústica; por otro lado, una serie de acciones a nivel legislativo sobre las fuentes de ruido. (ver tabla 3)

Tabla 3. Leyes y Normativas del Ruido en la Unión Europea

Normativa Europea			
Ámbito	Base	Fundamento	Contenido
Derecho Internacional	Declaración Universal de los Derechos Humanos de Asamblea General de Naciones Unidas del 10.12.1948.	Convenio europeo para la protección de los derechos humanos y libertades fundamentales del 04.11.1950.	Reconocimiento de los derechos humanos definidos en el título 1 derechos y libertades; artículo 2, derecho de toda persona a la vida protegido por la ley.
Legislación Europea	Directiva 2002/49/CE del Parlamento	Evaluación y gestión del ruido ambiental.	Medidas sobre el ruido emitido por diversas fuentes

	Europeo y del Consejo		(vehículos, ferros, aeronaves, equipos industriales y máquinas móviles).
Legislación Europea	Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo	Medidas para promover la seguridad y la salud en el trabajo.	Disposiciones mínimas para garantizar la protección de trabajadores sobre la exposición y riesgos derivados del ruido.
Legislación Europea	Directiva (UE) 2020/367 del Parlamento Europeo y del Consejo.	Modificación del anexo III de la directiva 2002/49/CE.	Establece métodos de evaluación para los efectos nocivos del ruido ambiental.
Legislación Española	Ley 37/2003 mediante Real Decreto 1367/2007	Zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.	Establece normas para el desarrollo y ejecución de la ley; el código técnico de edificación; monitoreo y mapas de ruido.
Legislación Española	Real Decreto 1513/2005	Evaluación y gestión del ruido ambiental	Desarrollo de la ley 37/2003 con el objeto de prevenir, monitorear y reducir la contaminación acústica.
Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR	Comité Técnico de Normalización AEN-CTN 074	Normativa sobre acústica y vibraciones.	Define el campo de la acústica; generación, transmisión y recepción del ruido en la edificación; métodos de medida; y efectos en el hombre y medioambiente.
Legislación Francesa	Ley N° 92-1444/1992 de la Asamblea Nacional y Senado.	Normativa de lucha contra el ruido.	Dispone impedir, suprimir o limitar la emisión del ruido o vibraciones por falta de precaución que

Legislación Italiana	Ruido Ambiental. Ley de 26 de octubre de 1995, n. 447.	Ley marco sobre la contaminación acústica.	perjudique la salud y medioambiente. Establece los principios fundamentales en materia de protección del medio exterior y del entorno.
Mundial	Norma ISO 1996-1:2016 de la Organización Mundial de Normalización	Directriz sobre ruido.	Establece una guía base para la elaboración de leyes, protocolos, mediciones en el campo ambiental.

Nota: La tabla nos muestra datos de la normativa ambiental europea investigados en la web.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

2.5.3. Límites Permisibles

Se ha demostrado que los niveles de ruido prolongado es un factor relevante para desencadenar un efecto perturbador en los estudiantes y docentes. En los centros educativos, se identifican ruidos excesivos a niveles que sobrepasan entre los 60 y 85 dB, que afectan la salud mental, por lo que es necesario crear estrategias para su control teniendo en consideración las normativas ambientales vigentes que pueden contribuir a crear un ambiente adecuado para el aprendizaje y el rendimiento académico.

El Acuerdo Ministerial 097-A señala mediante la tabla 1, los límites permisibles de ruido para zonas educativas en dos horarios objeto de estudio como equipamiento de servicios sociales EQ1. Así mismo, establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido para fuentes fijas FFR en dos periodos de tiempo, tanto diurno y nocturno. (ver imagen 5)

Imagen 5. AM 097-A Anexo 5 Tabla 1: LMP de Ruido para Fuentes Fijas.

Tabla 1: NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO (LKeq) PARA FUENTES FIJAS DE RUIDO

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

Nota: La imagen muestra la tabla 1 de los niveles emisión máximas de ruido para fuentes fijas de ruido FFR.

Fuente de consulta: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

En la tabla, se observa los niveles permitidos de ruido en equipamientos de servicio social EQ1 que corresponde a centros educativos objeto del actual estudio. Es de indicar, que según la OMS con el objeto de reducir los niveles de ruido y de reverberación en las aulas de docencia sugiere que los límites permisibles estén entre 30 a 45 dB con un tiempo de reverberación o reflectancia comprendido en 0,4 segundos.

CAPÍTULO 3

3. Métodos y Materiales

3.1. Diseño del Proyecto

3.1.1. Área de Estudio

El proyecto de la presente tesis de titulación se localiza en el bloque de seis pisos de la edificación principal del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, ubicada al sur-oeste de la ciudad de Guayaquil, en el km. 19.5 de la vía a la Costa.

3.1.2. Tipo de Investigación

La presente investigación se centra en el campo de las ciencias del tipo experimental. El objetivo es la innovación de un sistema de control de presión sonora, a partir de datos obtenidos a través de evaluaciones cualitativas y cuantitativas de niveles de sonido al interior de la edificación donde los estudiantes y docentes realizan las actividades de orden académica.

3.1.3. Orientación del Proyecto

En primer lugar, el proyecto de investigación está dirigido a localizar de las fuentes que generan ruido, identificar sus causas y el impacto de la contaminación acústica en las actividades académicas; las mismas que redundan en el rendimiento académico, la concentración y la salud de los estudiantes.

En segundo lugar, de acuerdo con los estudios de la encuesta y medición de los niveles de presión sonora obtenidos proponer la implantación de un sistema de control, tomando en consideración los niveles de ruido permisibles de acuerdo a las normativas ambientales vigentes en el país, que permita concientizar sobre la necesidad del silencio y a reducir las emisiones de ruido no deseado.

Este modelo de prototipo experimental establecerá precedentes para que se tomen las

acciones, planes y estrategias que sean necesarias, con la finalidad de disminuir la contaminación sonora a partir de medidas de control del ruido al interior del centro de estudios.

3.1.4. Técnicas de Recolección de Datos

3.1.4.1. Consultas de Datos. En el proyecto investigativo ha considerado consultas en libros, artículos y revistas de la biblioteca de la UPS; documentos e investigaciones científicas obtenidos de la web; conferencias y congresos en línea referentes al tema de estudio.

3.1.4.2. Reconocimiento del Área. Para la obtención de datos referentes a la ejecución de la encuesta y medición de presión sonora, se ha establecido varios puntos estratégicos de estudio mediante la observación al interior de la edificación principal del Campus María Auxiliadora.

3.1.4.3. Monitoreo. La recolección de los datos en los puntos estratégicos ha considerado tres fases operativas de monitoreo según las normativas ambientales vigentes, tales como:

- *Uso del sonómetro:* instrumento usado en la medición de la presión sonora, cuyo dispositivo se asienta sobre un trípode y alejado de fuentes de ruido como paredes, cubiertas, piso y objetos reflectantes.
- *Posicionamiento del operador:* la medición del ruido determina que el equipo o sonómetro debe estar alejado al límite y el procedimiento al máximo de su capacidad para evitar apantallamiento.
- *Registro de Datos:* las observaciones, experiencias o novedades deben ser anotados de forma descriptiva o numérica; estableciendo la fuente generadora de ruido, el nivel de proceso actual, su naturaleza cualitativa o cuantitativa, entre otras.

3.1.4.4. Levantamiento de Campo. La encuesta mediante el diseño del cuestionario es una técnica eficaz de una muestra que recoge una serie de datos y respuestas de la población sobre

el ruido que permiten ser comparadas y facilita su tratamiento informático.

Por otro lado, las mediciones determinan el nivel que alcanza con el fenómeno del ruido; cuantifican datos o indicadores y clasifican los parámetros permisibles de acuerdo a las normativas ambientales.

3.1.5. Procesamiento de Información

Se procesa a partir de técnicas de recolección de datos de las mediciones y eliminación de errores en la información, siendo relevante para el desarrollo de la investigación. (ver tabla 4)

Tabla 4. Proceso del Proyecto Experimental

Item	Etapas	Descripciones
1	Tabulación y Cuantificación de Encuesta	Previo se calcula la población, el tamaño de la muestra y el margen de error. Luego, se diseña la matriz para la encuesta que contiene un listado de 10 preguntas en la escala de Likert para conocer el grado de acuerdo desacuerdo sobre el tema ruido. Finalmente, se procede al registro de datos, tabulación y cuantificación.
2	Tabulación y Cuantificación de Mediciones del Ruido	Se ubican las fuentes fijas FFR en un total de 10 puntos críticos de afectación PCA de generación de ruido. Se procede a tomar los datos en decibeles dB en jornada diurna, horario matutino y vespertino; usando un sonómetro y se aplica el método Leq15 para la muestra en intervalos de 15s cada vez con un mínimo de 10 muestras. Los datos obtenidos se registran, tabulan y cuantifican para obtener el grado de contaminación acústica.
3	Elaboración de Gráficos y Tablas	Se elaboran gráficos y tablas de los datos obtenidos tanto de las encuestas por cada pregunta y de las

		mediciones en decibeles del ruido por fechas de toma de la muestra con el fin de analizar los resultados
4	Elaboración de Prototipo Experimental de Control de Ruido	Con los datos obtenidos se procede a crear un sistema de control que reduzca los niveles de ruido a límites permisibles y un mapa de ruido indicativo que servirá para ponerlo a consideración de la institución educativa.
5	Análisis y Resultados	Los resultados de los datos obtenidos considerando gráficos y tablas son objeto de análisis profundo e interpretación previo a elaborar las conclusiones y recomendaciones.
6	Observación Final	Se procede a realizar las conclusiones y recomendación del proyecto de titulación “Sistema de Control del Nivel de Presión Sonora en el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana”.

Nota: La tabla muestra el proceso de información de la investigación.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

3.1.6. Medios y Coste

Para que el objetivo de la investigación sea eficaz en tiempo y en forma, se cuenta con los elementos técnicos disponibles, equipos y herramientas; fuentes económicas y personales; cuya incidencia redundará en la obtención de datos de calidad del estudio planteado.

3.2. Instrumentos y Equipos

Con el fin de recolectar y procesar los datos o información del ruido, se hace necesario el uso de instrumentos, dispositivos, equipos y programas para la obtención de resultados.

3.2.1. Programa Excel

Es un programa informático u hojas de cálculo de Microsoft office compuesto de filas y columnas. Excel permite de forma rápida, mediante la formulación formatear, organizar y calcular datos al insertarlos en un recuadro llamado celda.

Este operador aritmético permite recolectar, ingresar, analizar y verificar datos. Esta herramienta nos permite tabular datos, crear tablas y gráficos. Además, entre sus funciones se mencionan la de búsqueda, de referencias, de texto y lógicas entre otras.

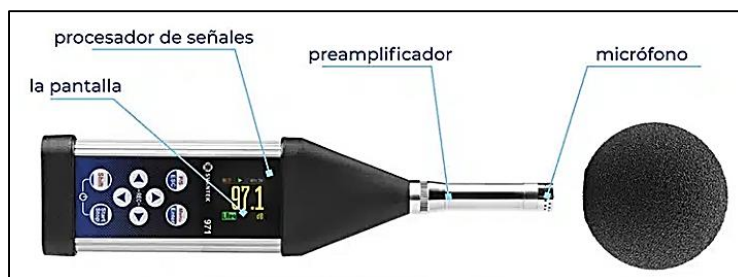
Los documentos creados o modificados son conocidos como libros compuestos de varias hojas de cálculo sin límite alguno y almacenadas en un mismo archivo .xls.

3.2.2. Sonómetro

Es un dispositivo conocido como medidor del ruido o de decibeles dB y permite evaluar y medir los niveles de presión sonora, de forma repetitiva y objetiva.

La norma IEC-61672, especifica los criterios de rendimiento de sonómetros profesionales, está basado en un micrófono que capta la señal eléctrica y cuenta con un filtro de evaluación de frecuencia, a través, de un micro-amplificador, que procesa la señal de manera eficiente de las ondas sonoras sobre la base de un trípode. (ver imagen 6)

Imagen 6. Esquema del sonómetro.



Nota: La imagen muestra el sonómetro para la medición del ruido y sus partes.

Fuente de consulta: <https://svantek.com/es/academia/como-elegir-el-mejor-sonometro/>

De acuerdo a la normativa IEC-61672-1, los primeros son los más usados por su precisión a la toma de las muestras. Los límites de aceptación de las variables de decibelios dB medidos en frecuencias fluctúa en el rango entre 10 Hz a 20 KHz.

Es de señalar, que los sonómetros miden la señal del ruido ponderados de manera frecuencial en el tiempo, de forma exponencial y medio ponderados por la frecuencia.

Según la norma IEC-61672, la ponderación en frecuencia es la diferencia entre la señal ponderada en frecuencia indicada en la pantalla del medidor y el nivel correspondiente de una señal de entrada sinusoidal de amplitud constante. (SVANTEK, 2023)

La ponderación de frecuencia A representa a la audición humana y es la más usada en las mediciones de LAeq; la ponderación de frecuencia C evalúa frecuencias bajas por diferencia entre los niveles LCeq y LAeq; y la ponderación de frecuencias Z se usa en mediciones del espectro de frecuencias en bandas de octava.

3.2.3. Calibrador

El dispositivo que se usa es un calibrador de fuente acústica clase 1 o 2 de acuerdo al tipo de sonómetro; tanto en el campo o periódica. Se usa para calibrar el equipo antes y después de la medición, para comprobar que el sonómetro funciona correctamente y cumplir legalmente con las regulaciones ambientales de medición del ruido. (Ver imagen 7)

Los calibradores crean un nivel acústico fijo y una frecuencia tal que se puede contrastar con el dispositivo de medición. Se calibran con la normativa vigente IEC-61672 para sonómetros en general y IEC-61260 para mediciones con filtros de octava.

Adicionalmente, se debe considerar lo citado por (Echeverri & Gonzales, 2011):

“Es necesario que los certificados de calibración acústica y electrónica de sonómetro estén vigentes de acuerdo con los tiempos especificados en este protocolo. Se debe

adjuntar copia de los mismos en el informe técnico” (p.53).

Imagen 7. *Calibrador del sonómetro.*

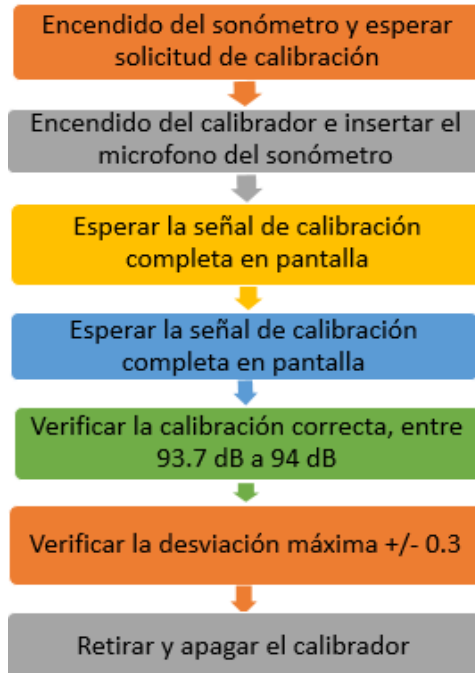


Nota: Esta figura muestra calibrador acústico Center de 94 dB a 114 dB.

Fuente de consulta: <https://elicrom.com/?product=6378>

El proceso de calibración de un sonómetro contempla su regulación y la comprobación completa de sus funciones. (ver imagen 8)

Imagen 8. *Proceso de calibración del sonómetro.*



Nota: La imagen muestra el esquema de proceso para calibrar el sonómetro.

Fuente de consulta: <https://elicrom.com/?product=6378>

3.2.4. Programa VA-SLM

Es un software de postproceso del sonómetro. Es un software de medición acústica que aprovecha la potencia y analiza las señales en la computadora. Desarrolla aspectos ambientales audio-acústicos y su módulo se ajusta a normativas internacionales y a ISO para mediciones- Los datos obtenidos del ruido son guardados en tiempo y pueden ser analizados por el programa.

3.2.5. GPS

Se lo conoce como Sistema de Posicionamiento Global. Se usan para establecer las coordenadas en los puntos de medición y delimitación del área de estudio. Se componen de satélites que orbitan la tierra; estaciones de seguimiento y control; y receptores o dispositivos electrónicos.

Esta herramienta puede medir longitud, latitud y altitud. Además, está provisto de una cuarta dimensión conocida como cronometría, que contribuyen con datos de horarios muy precisos. (ver imagen 9)

Imagen 9. Dispositivo GPS de mano.



Nota: La imagen muestra un GPSMAP-66i de mano y de comunicación satelital.

Fuente de consulta: <https://www.garmin.com/es-ES/p/623975>

Este dispositivo de rastreo satelital se utiliza para determinar una ubicación en coordenadas latitud y longitud de un lugar; navegar de una posición a otra; seguir el movimiento de objetos y personas; crear mapas o en cartografía; y precisar mediciones de tiempo.

3.2.6. Flexómetro

Este instrumento de medición sirve para medir distancias comprendidas entre 3 a 20 metros y está formado de una cinta metálica que se enrolla de forma automática dentro de una carcasa de plástico o metal. Está equipada de un sistema de freno para mantener fija la medición. (ver imagen 10)

Imagen 10. Flexómetro o tequímetro para medición



Nota: La imagen muestra un flexómetro de 8 metros marca Stanley.

Fuente de consulta: <https://www.tecnimetro.com.ec/product/flexometro-stanley-8-m/>

El flexómetro cuenta con una unidad de medición en centímetros, metros, pies y pulgadas; amoldándose a las superficies dando longitudes precisas al tomarlo desde un extremo y trabarlo mediante un gancho metálico; siempre y cuando la cinta se mantenga uniforme y derecha durante la medición.

3.2.7. Calculadora para Tamaño de la Muestra

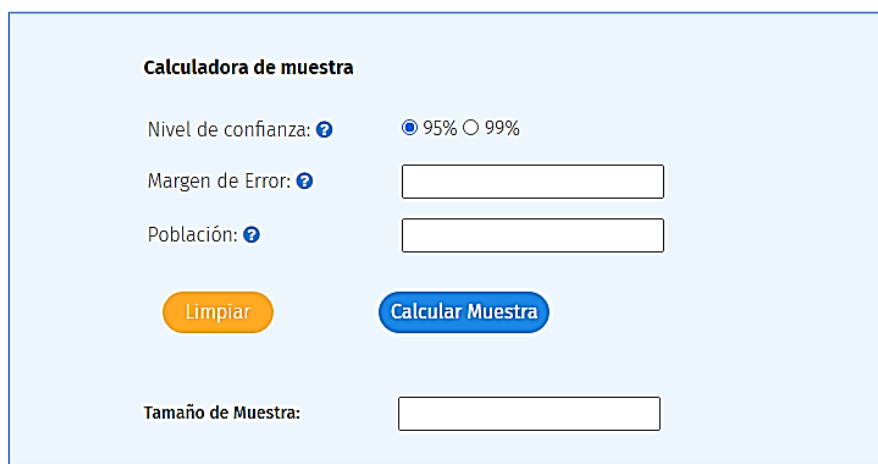
Es un dispositivo estadístico de encuesta que permite calcular de forma rápida y efectiva; el tamaño muestral y error de una investigación en base a la población que se pretende estudiar.

El procedimiento de uso de la calculadora para determinar el tamaño muestral de una población determinada está dado por:

- Asignar total de población de estudio, datos de un aproximado de personas en tu lugar de estudio que se pretende abordar.
- Elegir el nivel de confianza, grado de certeza o probabilidad, pretende estimar un parámetro expresado en porcentaje. El 95% es el más usado.
- Seleccionar margen de error, indicador de fiabilidad para el estudio y de exactitud para los resultados. El 5% o menos son los más recomendados.
- Concluir el cálculo y analizar los resultados del tamaño muestral.

La calculadora ESCOLME descargada de la web, está provisto de una serie de elementos, formulas y demás datos que sirven para el cálculo del tamaño de la muestra y error. (ver imagen 11)

Imagen 11. *Calculadora de Tamaño de la Muestra y Error*



The image shows a web-based calculator interface titled "Calculadora de muestra". It features the following elements:

- Nivel de confianza:** A label with a help icon, followed by radio buttons for "95%" (selected) and "99%".
- Margen de Error:** A label with a help icon, followed by an empty input field.
- Población:** A label with a help icon, followed by an empty input field.
- Buttons:** An orange "Limpiar" button and a blue "Calcular Muestra" button.
- Tamaño de Muestra:** A label followed by an empty input field.

Nota: La imagen muestra calculadora web del tamaño muestral y error de QuestioPro.

Fuente de consulta: <https://www.questionpro.com/es/calculadora-de-muestra.html>

3.2.8. Google Drive

Esta aplicación de la web es útil para las encuestas, recaba información y opiniones de un conjunto de personas mediante un formulario de preguntas. Los elementos que usa para la configuración del formulario tienen varias opciones: texto, texto de párrafo, tipo test, casillas de verificación, elegir una lista, escala, cuadrícula.

Todas estas opciones se las puede enviar por correo electrónico y ser del tipo obligatoria, para su relleno o respuesta a los datos que se solicitan mediante enlace con la dirección al formulario.

3.2.9. Semáforo de Ruido

Los semáforos de ruido son equipos electrónicos provistos de microprocesadores y luces led de los niveles de ruido que contribuyen a disminuir la contaminación acústica mediante la alerta del exceso de nivel sonoro. Este equipo es ajustable a los niveles de tolerancia, cuyo funcionamiento es a través de un sonómetro o medidor de ruido en decibeles dB, un potenciómetro, y tres niveles de fuentes o focos de colores rojo, amarillo y verde teniendo, por lo que se tiene una representación visual de los niveles con el fin de conocer si cumple con el límite permisible vigente.

3.2.10. Programación de Placas Arduino

Esta herramienta programa un microcontrolador para traducir códigos de tareas automatizadas leyendo los sensores y en función de la interacción del entorno. Se lo denomina como Sketch y posee una extensión .ino; se compone de dos partes que encierran bloques que contienen declaraciones, estamentos o instrucciones.

Setup() es la parte que se encarga de recoger la configuración y loop() es el programa cíclico que se encarga de la ejecución. (ver Imagen 12)

Imagen 12. *Semáforo Ruido*

```
1 void setup() {  
2   // put your setup code here, to run once:  
3 }  
4  
5 void loop() {  
6   // put your main code here, to run repeatedly:  
7 }
```

Nota: La imagen muestra el sketch o programación Arduino para uso del semáforo.

Fuente de consulta: <https://sportgarrido.com/products/semaforo-control-del-ruido>

3.2.11. Computadora

Este dispositivo electrónico se utiliza para el análisis y tabulación de las encuestas; ingresar datos de mediciones del ruido; cálculos y elaboración de gráficos, diseño del prototipo experimental; y establecer conclusiones y recomendaciones.

3.3. Población y Muestreo

3.3.1. Población

La población de estudio para nuestro proyecto experimental se consideró el total de estudiantes de la jornada diurna de la Universidad Politécnica Salesiana Campus María Auxiliadora localizada en el suroeste de la ciudad de Guayaquil, decidimos utilizar esta jornada gracias a la gran cantidad de alumnos que tienen clases a esas horas.

3.3.2. Tamaño de la Muestra

Para establecer el tamaño de la muestra, se ha creído necesario utilizar la calculadora de la web ESCOLME que define del tamaño de la muestra y el margen de error, introduciendo los datos se determinará automáticamente a través de la formulación los rangos más probables de resultados, con un nivel de confianza y probabilidad de éxito o fracaso.

En este caso, se considera tamaño de la muestra es para poblaciones finitas o menores a 10000 personas, de ahí que la fórmula que se aplica es:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2(N - 1) + p * q * Z^2}$$

Luego se reemplaza con los datos obtenidos:

$$n = \frac{2305 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2(2305 - 1) + 0.5 * 0.5 * (1.96)^2} = 329$$

Una vez aplicada la ecuación obtenemos que el tamaño de la muestra es de 329 estudiantes, utilizando un nivel de confianza del 95% y margen de error del 5% en la población finita de 2305 estudiantes.

3.4. Encuesta

La encuesta compuesta de un cuestionario de preguntas, se aplica al total del tamaño muestral, con el fin de recabar opiniones, sugerencias e información sobre diversos aspectos de un tema en investigación con el fin de implementar estrategias para conseguir un fin determinado.

3.4.1. Escalas de Valorización

El proceso de valoración de cada una de las preguntas del cuestionario sobre un tema de interés, investigativo permite tener datos de la encuesta claros, fluidos y eficientes. La evaluación y medición de las opiniones a los estudiantes, a través de cinco escalas de valores o varias opciones de respuesta, permiten recolectar, analizar y comparar la información sobre el ruido. Es así que, la escala de Likert, es una herramienta que contribuye a recibir comentarios en escalas de calificación. Tal es el caso propuesto en la presente investigación, que la escala utilizada está entre el acuerdo y el desacuerdo sobre el conocimiento, implementación e innovación referentes al tema de ruido con el fin de reducir la contaminación acústica.


MA	Muy de Acuerdo	DA	De Acuerdo	IN	Indecisos	ED	En Desacuerdo	MD	Muy en desacuerdo
----	----------------------	----	---------------	----	-----------	----	------------------	----	-------------------------

3.4.2. Matriz para Encuesta

Para el diseño de la matriz, se replantearon, mejoraron las preguntas y se escogieron las respectivas escalas de valorización hasta tener un cuestionario de calidad. Está dirigida a la población de estudiantes universitarios en las tres jornadas académicas, de lo cual se calculó el tamaño de la muestra.

La encuesta de la actual investigación, está compuesta de 10 preguntas para aplicarlas al número total de tamaño de la muestra. Los resultados de la encuesta donde se empleó un tipo de muestreo no probabilístico, se descargaron con el programa Excel con el objeto de tabular los datos y conocer los índices de opinión. Mediante el cálculo del tamaño de la muestra se pudo conocer la cantidad de estudiantes encuestados. (ver imagen 13)

Imagen 13. Cuadro para el Levantamiento de la Encuesta

 TESIS DE TITULACIÓN: SISTEMA DE CONTROL DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA EN EL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL.						
NOMBRE:						
ESTUDIANTE		DOCENTE		ADMINISTRATIVO		
CARRERA:				NIVEL:		
ENCUESTA: CONTAMINACIÓN SONORA						
ITEM	PREGUNTAS	MA	DA	IN	ED	MD
1	¿Una fuente sonora o emisor acústico puede producir determinados niveles de ruido no deseado y molesto?					
2	¿En los centros educativos educan sobre el reciclaje, la contaminación del aire, pero del ruido no dicen nada?					
3	¿Considera peligroso un alto y prolongado nivel de ruido que impide la comunicación docente - alumno?					
4	¿Se respetan la normativa y leyes ambientales que establece niveles de ruido permisibles en los centros educativos?					
5	¿El ruido ambiental en los centros educativos desfavorece el rendimiento de estudiantes y docentes?					
6	¿Se deben implementar monitores y mediciones para identificar los niveles excesivos de contaminación acústica?					
7	¿Los niveles de intensidad del ruido de las distintas actividades o fuentes sonoras se miden en decibelios?					
8	¿Los ruidos en las aulas de docencia proceden del uso del mobiliario, iluminación y la reverberación del sonido?					
9	¿Se debe implementar señalética, mapa acústico o sistema de control que identifica la contaminación por ruido?					
10	¿Es necesario la introducción de material fonoabsorbente que evite la propagación y generación de ruido?					
OBSERVACIÓN: Para la presente encuesta se usa el método Likert, que es un método de medición que sirve para evaluar la opinión sobre el tema de investigación y evaluar el grado de conformidad de la persona encuestada.		Muy de Acuerdo	De Acuerdo	Indistinto	En Desacuerdo	Muy en Desacuerdo

Nota: La imagen muestra el cuestionario de preguntas creada para la encuesta del ruido.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

3.4.3. Levantamiento de Información

El levantamiento de información es relevante y sistemática en el proceso investigativo; recolecta y mide los datos de alguna variable para la toma de decisiones, determinar estrategias, planificación entre otras. En sí, la matriz contribuye a encontrar contestación a algunas interrogantes del estudio, comprobar hipótesis y valorar resultados. (ver tabla 5)

Tabla 5. Matriz de Resultados de la Encuesta

ENCUESTA RUIDO: LEVANTAMIENTO DE DATOS												
ITEM	CARRERAS	VALORIZACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		Muy de Acuerdo (MA)										
		De Acuerdo (DA)										
		Indecisos (IN)										
		En Desacuerdo (ED)										
		Muy en desacuerdo (MD)										
SUBTOTAL												
2		Muy de Acuerdo (MA)										
		De Acuerdo (DA)										
		Indecisos (IN)										
		En Desacuerdo (ED)										
		Muy en desacuerdo (MD)										
SUBTOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3		Muy de Acuerdo (MA)										
		De Acuerdo (DA)										
		Indecisos (IN)										
		En Desacuerdo (ED)										
		Muy en desacuerdo (MD)										
SUBTOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4		Muy de Acuerdo (MA)										
		De Acuerdo (DA)										
		Indecisos (IN)										
		En Desacuerdo (ED)										
		Muy en desacuerdo (MD)										
SUBTOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5		Muy de Acuerdo (MA)										
		De Acuerdo (DA)										
		Indecisos (IN)										
		En Desacuerdo (ED)										
		Muy en desacuerdo (MD)										
SUBTOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6		Muy de Acuerdo (MA)										
		De Acuerdo (DA)										
		Indecisos (IN)										
		En Desacuerdo (ED)										
		Muy en desacuerdo (MD)										
SUBTOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7		Muy de Acuerdo (MA)										
		De Acuerdo (DA)										
		Indecisos (IN)										
		En Desacuerdo (ED)										
		Muy en desacuerdo (MD)										
SUBTOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8		Muy de Acuerdo (MA)										
		De Acuerdo (DA)										
		Indecisos (IN)										
		En Desacuerdo (ED)										
		Muy en desacuerdo (MD)										
SUBTOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9		Muy de Acuerdo (MA)										
		De Acuerdo (DA)										
		Indecisos (IN)										
		En Desacuerdo (ED)										
		Muy en desacuerdo (MD)										
SUBTOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10		Muy de Acuerdo (MA)										
		De Acuerdo (DA)										
		Indecisos (IN)										
		En Desacuerdo (ED)										
		Muy en desacuerdo (MD)										
SUBTOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: La tabla muestra la matriz creada para recolección de datos de la encuesta.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023)

A través de la encuesta, definiendo los objetivos, aplicando métodos de investigación, planificando el procedimiento y diseñando la matriz, se puede recolectar datos de la presente investigación experimental. Adicionalmente, mediante el uso de la aplicación Google drive en el sitio web, se puede solicitar información a los estudiantes del campus de la UPS.

3.5. Medición del Ruido

3.5.1. Proceso de Medición

El proceso toma de datos en sitio se llevó a cabo teniendo en cuenta la Normativa de Medición de Niveles de Ruido Producidos por una Fuente Fija, Libro VI Anexo 5 y también, la normativa del acuerdo Ministerial 097-A, cuyas consideraciones se detallan a continuación:

- El monitoreo del ruido se realizó en cinco días consecutivos, desde el 24 al 28 de enero del 2024, en horario diurno y vespertino.
- Se obtuvieron 10 tomas por la mañana, 10 en la tarde, 1 una al mediodía, a excepción del domingo que se realizaron solo 10 mediciones en la mañana.
- Se usó manualmente del sonómetro tipo 1, según norma IEC-61672-1:2002; correctamente calibrado y normalizado con filtro de ponderación en A.
- Elección y ubicación de puntos de medición teniendo en cuenta las zonas altas de ruido y de aglomeración de la población universitaria.
- Ubicación y disposición del dispositivo para la toma de medidas entre 1 a 1.50 metros del suelo en condiciones normales de operación.
- Distanciamiento del dispositivo de hasta 3 metros de las paredes, objetos y estructuras reflectantes de sonido o de vibraciones mecánicas.
- Registro de cinco mediciones de ruido semicontinua con duración de hasta un minuto cada una apuntando el sonómetro hacia la fuente y girándolo en 45°.

- Una vez acabada la medición en un punto, se mueve el dispositivo al siguiente punto y se repite la operación.

Se contabilizarán y registrarán los datos obtenidos teniendo en cuenta los tiempos de medición.

CAPÍTULO 4

4. Resultados y Discusión

4.1. Evaluación de la Encuesta

4.1.1. Población y Muestra

Para determinar el total de estudiantes universitarios del periodo 63, año lectivo 2023-2024, se consideró las jornadas académicas diurna y nocturna con un total de 2305 estudiantes en el edificio principal del Campus María Auxiliadora. (ver tabla 6)

Tabla 6. Total, Población Universitaria Período 63

Item	Jornadas	Cantidades (u)	Porcentaje (%)
1	Matutina	2050	88.94%
2	Vespertina	14	0.60 %
3	Nocturna	241	10.46
Totales		2305	100%

Nota: La tabla muestra el conjunto total de población universitaria del Campus María Auxiliadora.

Fuente de consulta: Dirección de la Carrera de Ingeniería Ambiental (2023).

En la tabla se observa, que existe mayor cantidad de estudiantes en la jornada diurna con un 89.54% a diferencia de la nocturna que alcanza un porcentaje de 10.46%, cuya jornada en horario matutino y vespertino se tomará en cuenta para las mediciones de los niveles de ruido.

4.1.2. Levantamiento de la Encuesta

El levantamiento de la encuesta ha considerado la recolección de datos en la jornada diurna, a fin de responder preguntas importantes, evaluar los resultados y visualizar de forma completa el fenómeno del ruido y su impacto en las actividades académicas.

Imagen 14. Recolección de datos de la Encuesta

ENCUESTA RUIDO: LEVANTAMIENTO DE DATOS												
ITEM	CARRERA	VALORIZACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	OTRAS CARRERAS	Muy de Acuerdo (MA)	45	45	128	20	45	29	70	51	67	88
		De Acuerdo (DA)	123	135	52	95	123	136	63	104	72	63
		Indecisos (IN)	12	0	0	45	12	15	47	25	41	29
		En Desacuerdo (ED)	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
		Muy en desacuerdo (MD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL			180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
2	INGENIERIA AMBIENTAL	Muy de Acuerdo (MA)	5	15	17	2	9	16	6	7	16	14
		De Acuerdo (DA)	24	15	12	11	14	17	12	12	17	17
		Indecisos (IN)	6	4	6	18	8	3	18	15	2	5
		En Desacuerdo (ED)	1	2	1	4	2	0	0	1	1	0
		Muy en desacuerdo (MD)	0	0	0	1	3	0	0	1	1	0
SUBTOTAL			36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
3	DERECHO	Muy de Acuerdo (MA)	8	6	10	8	13	7	5	8	12	9
		De Acuerdo (DA)	14	10	9	8	7	10	7	11	5	9
		Indecisos (IN)	2	4	4	5	3	7	10	3	5	6
		En Desacuerdo (ED)	2	4	3	5	2	2	3	3	3	2
		Muy en desacuerdo (MD)	0	2	0	0	1	0	1	1	1	0
SUBTOTAL			26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
4	PSICOLOGÍA	Muy de Acuerdo (MA)	5	6	4	2	7	4	4	3	8	7
		De Acuerdo (DA)	8	7	10	8	8	10	6	6	7	4
		Indecisos (IN)	1	0	1	3	0	2	6	5	1	4
		En Desacuerdo (ED)	2	2	1	3	0	0	0	2	0	1
		Muy en desacuerdo (MD)	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SUBTOTAL			16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
5	ECONOMIA	Muy de Acuerdo (MA)	4	4	3	5	4	5	5	5	3	3
		De Acuerdo (DA)	4	8	8	5	4	2	6	3	6	6
		Indecisos (IN)	5	2	3	4	4	7	3	6	4	3
		En Desacuerdo (ED)	2	2	2	2	4	2	2	2	3	4
		Muy en desacuerdo (MD)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL			16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6	MULTIMEDIA	Muy de Acuerdo (MA)	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2
		De Acuerdo (DA)	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2
		Indecisos (IN)	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
		En Desacuerdo (ED)	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3
		Muy en desacuerdo (MD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
7	ADMINISTRACION DE EMPRESAS	Muy de Acuerdo (MA)	3	4	6	2	5	5	4	4	4	2
		De Acuerdo (DA)	8	6	7	6	6	8	5	5	8	8
		Indecisos (IN)	4	3	2	7	4	2	6	7	2	5
		En Desacuerdo (ED)	1	4	2	1	1	2	2	1	2	2
		Muy en desacuerdo (MD)	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
SUBTOTAL			17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
8	BIOTECNOLOGÍA	Muy de Acuerdo (MA)	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3
		De Acuerdo (DA)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Indecisos (IN)	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
		En Desacuerdo (ED)	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2
		Muy en desacuerdo (MD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	INGENIERÍA CIVIL	Muy de Acuerdo (MA)	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4
		De Acuerdo (DA)	4	4	4	5	4	4	5	3	4	5
		Indecisos (IN)	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3
		En Desacuerdo (ED)	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
		Muy en desacuerdo (MD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL			14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
10	NEGOCIOS DIGITALES	Muy de Acuerdo (MA)	3	4	3	2	3	4	3	2	4	4
		De Acuerdo (DA)	3	1	3	1	3	2	1	2	1	2
		Indecisos (IN)	1	2	1	1	1	1	3	3	1	1
		En Desacuerdo (ED)	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1
		Muy en desacuerdo (MD)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
TOTAL			329	329	329	329	329	329	329	329	329	329

Nota: La imagen muestra la tabla creada en Excel con datos obtenidos de la encuesta.

Fuente de consulta: Dirección de la Carrera de Ingeniería Ambiental (2023).

La encuesta está siendo dirigida a un total de 329 estudiantes; compuesta de 149 estudiantes de las carreras de Ingeniería Ambiental, Derecho, Psicología, Economía; Multimedia, Administración de Empresas, Biotecnología; Ingeniería Civil, y Negocios Digitales de manera directa; y finalmente de manera online a 180 estudiantes que forman parte de un segmento importantes que forman parte del resto de carreras universitarias.

La imagen 14 muestra las diez preguntas planteadas sobre el ruido, la valorización de la encuesta por los estudiantes usando el tipo Likert que mide el grado de estar de acuerdo o en desacuerdo; el número total de encuestados y valorizaciones de la respuesta a las preguntas planteadas.

4.1.3. Resultados de la Encuesta

Para la evaluación de los resultados de la encuesta se ha usado el programa Excel, que permite calcular y visualizar los desgloses de valorizaciones obtenidas; los porcentajes respectivos para cada una de las 10 preguntas del cuestionario planteado a los 329 estudiantes de las diferentes carreras profesionales en sus tres jornadas de actividades académicas, que ofrece el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil. (ver tabla 7 & anexo 3)

Tabla 7. Resultados Totales de la Encuesta

ITEM	PREGUNTA	VALORIZACIÓN	ENCUESTADOS	% VÁLIDO
1	¿Una fuente sonora o emisor acústico puede producir determinados niveles de ruido no deseado y molesto?	Muy de Acuerdo (MA)	84	25,53
		De Acuerdo (DA)	192	58,36
		Indecisos (IN)	36	10,94
		En Desacuerdo (ED)	14	4,26
		Muy en desacuerdo (MD)	3	0,91
TOTAL			329	100,00
ITEM	PREGUNTA	VALORIZACIÓN	ENCUESTADOS	% VÁLIDO
2	¿En los centros educativos educan sobre el reciclaje, la contaminación del aire, pero del ruido no dicen nada?	Muy de Acuerdo (MA)	94	28,57
		De Acuerdo (DA)	191	58,05
		Indecisos (IN)	20	6,08
		En Desacuerdo (ED)	20	6,08
		Muy en desacuerdo (MD)	4	1,22
TOTAL			329	100,00

ITEM	PREGUNTA	VALORIZACIÓN	ENCUESTADOS	% VÁLIDO
3	¿Considera peligroso un alto y prolongado nivel de ruido que impide la comunicación docente - alumno?	Muy de Acuerdo (MA)	181	55,02
		De Acuerdo (DA)	109	33,13
		Indecisos (IN)	23	6,99
		En Desacuerdo (ED)	15	4,56
		Muy en desacuerdo (MD)	1	0,30
TOTAL			329	100,00
ITEM	PREGUNTA	VALORIZACIÓN	ENCUESTADOS	% VÁLIDO
4	¿Se respetan la normativa y leyes ambientales que establece niveles de ruido permisibles en los centros educativos?	Muy de Acuerdo (MA)	49	14,89
		De Acuerdo (DA)	143	43,47
		Indecisos (IN)	90	27,36
		En Desacuerdo (ED)	43	13,07
		Muy en desacuerdo (MD)	4	1,22
TOTAL			329	100,00
ITEM	PREGUNTA	VALORIZACIÓN	ENCUESTADOS	% VÁLIDO
5	¿El ruido ambiental en los centros educativos desfavorece el rendimiento de estudiantes y docentes?	Muy de Acuerdo (MA)	95	28,88
		De Acuerdo (DA)	174	52,89
		Indecisos (IN)	38	11,55
		En Desacuerdo (ED)	15	4,56
		Muy en desacuerdo (MD)	7	2,13
TOTAL			329	100,00
ITEM	PREGUNTA	VALORIZACIÓN	ENCUESTADOS	% VÁLIDO
6	¿Se deben implementar monitoreos y mediciones para identificar los niveles excesivos de contaminación acústica?	Muy de Acuerdo (MA)	80	24,32
		De Acuerdo (DA)	193	58,66
		Indecisos (IN)	42	12,77
		En Desacuerdo (ED)	13	3,95
		Muy en desacuerdo (MD)	1	0,30
TOTAL			329	100,00
ITEM	PREGUNTA	VALORIZACIÓN	ENCUESTADOS	% VÁLIDO
7	¿Los niveles de intensidad del ruido de las distintas actividades o fuentes sonoras se miden en decibeles?	Muy de Acuerdo (MA)	105	31,91
		De Acuerdo (DA)	109	33,13
		Indecisos (IN)	98	29,79
		En Desacuerdo (ED)	15	4,56
		Muy en desacuerdo (MD)	2	0,61
TOTAL			329	100,00
ITEM	PREGUNTA	VALORIZACIÓN	ENCUESTADOS	% VÁLIDO
8	¿Los ruidos en las aulas de docencia proceden del uso del mobiliario, iluminación y la reverberación del sonido?	Muy de Acuerdo (MA)	88	26,75
		De Acuerdo (DA)	151	45,90
		Indecisos (IN)	70	21,28
		En Desacuerdo (ED)	17	5,17
		Muy en desacuerdo (MD)	3	0,91
TOTAL			329	100,00

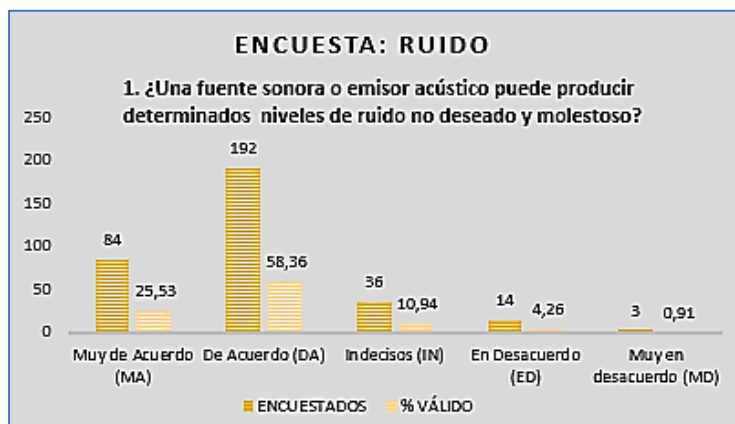
ITEM	PREGUNTA	VALORIZACIÓN	ENCUESTADOS	% VÁLIDO
9	¿Se debe implementar señalética, mapa acústico o sistema de control que identifica la contaminación por ruido?	Muy de Acuerdo (MA)	125	37,99
		De Acuerdo (DA)	124	37,69
		Indecisos (IN)	61	18,54
		En Desacuerdo (ED)	16	4,86
		Muy en desacuerdo (MD)	3	0,91
TOTAL			329	100,00
ITEM	PREGUNTA	VALORIZACIÓN	ENCUESTADOS	% VÁLIDO
10	¿Es necesario la introducción de material fonoabsorbente que evite la propagación y generación de ruido?	Muy de Acuerdo (MA)	136	41,34
		De Acuerdo (DA)	118	35,87
		Indecisos (IN)	58	17,63
		En Desacuerdo (ED)	16	4,86
		Muy en desacuerdo (MD)	1	0,30
TOTAL			329	100,00

Nota. La tabla muestra los resultados totales obtenidos de la encuesta sobre el ruido a los 329 estudiantes. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

4.1.4. Análisis de la Encuesta

4.1.4.1. Pregunta 1: ¿Una fuente sonora o emisor acústico puede producir determinados niveles de ruido no deseado y molesto? La primera pregunta indaga sobre el conocimiento del concepto de fuente sonora y su relación con el ruido. Al respecto, se debe estar de acuerdo que la emisión sonora no controlada produce niveles sonoros no deseados y es causa de molestias que afectan la salud. (ver imagen 15)

Imagen 15. Pregunta 1 de la Encuesta

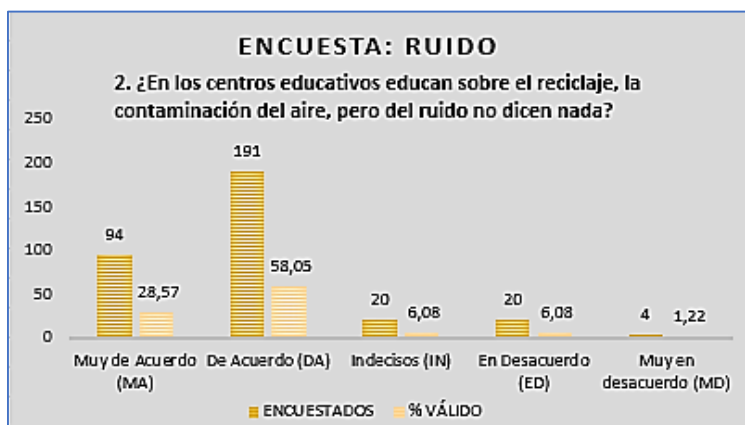


Nota: La imagen muestra los resultados obtenidos a la pregunta 1 de la encuesta a los estudiantes sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

En la imagen, se observa que existen 192 estudiantes que han respondido estar de acuerdo y representan la mayoría con un 58,36% del total de 329 estudiantes encuestados. En cambio, hay 36 estudiantes con un 10.94% del total que han respondido estar indecisos al parecer por no tener conocimiento del tema. Por otro lado, hay 3 estudiantes que representan 0.91% del total que respondieron estar en muy en desacuerdo con la consulta planteada.

4.1.4.2. Pregunta 2: ¿En los centros educativos educan sobre el reciclaje, la contaminación del aire, pero del ruido no dicen nada? La segunda pregunta induce a reflexionar que el ruido es también un contaminante ambiental y por no debe ser un tema excluyente. Al respecto, se debe estar de acuerdo que los centros educativos deberían educar sobre el impacto negativo del ruido en las diversas actividades humanas. (ver imagen 16)

Imagen 16. Pregunta 2 de la Encuesta



Nota: La imagen muestra los resultados obtenidos a la pregunta 2 de la encuesta a los estudiantes sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

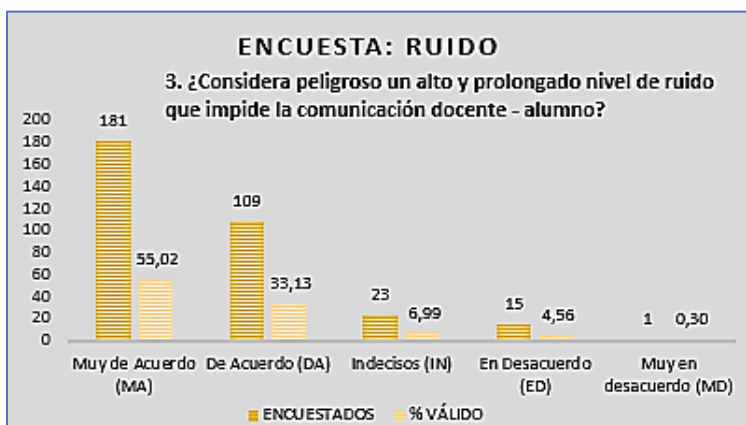
En la imagen, se observa que existen 191 estudiantes que han respondido estar de acuerdo con la consulta planteada y representan la mayoría con un 58,05% del total de 329 estudiantes encuestados. En cambio, existe 20 estudiantes que en un 6.08% del total han respondido estar indecisos al parecer por falta de interés sobre el tema; y 4 estudiantes que un 1,22% que

respondieron estar en muy en desacuerdo con la consulta planteada.

4.1.4.3. Pregunta 3: ¿Considera peligroso un alto y prolongado nivel de ruido que impide la comunicación docente – alumno? La tercera pregunta, pone a consideración que el ruido es también un contaminante peligroso. Al respecto, un alto y prolongado nivel de ruido puede afectar la comunicación docente-alumno en el ámbito académico.

En la imagen 17, se observa que existen 181 estudiantes que han respondido estar muy de acuerdo con la consulta planteada y representan la mayoría con un 55,02% del total de 329 estudiantes encuestados. En cambio, existen 23 estudiantes que en un 6,99% del total han respondido estar indecisos por desconocimiento sobre lo nocivo del ruido en la comunicación; y 1 estudiante que en un 0,30% del total que respondieron estar en muy en desacuerdo.

Imagen 17. Pregunta 3 de la Encuesta

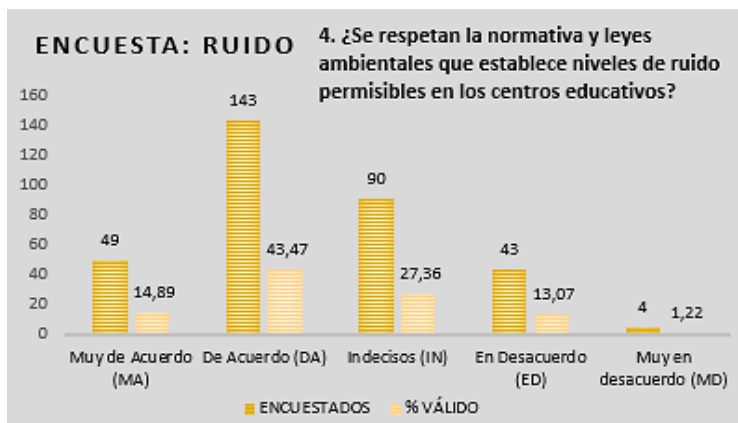


Nota: La imagen muestra los resultados obtenidos a la pregunta 3 de la encuesta a los estudiantes sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

4.1.4.4. Pregunta 4: ¿Se respetan la normativa y leyes ambientales que establece niveles de ruido permisibles en los centros educativos? La cuarta pregunta, induce al conocimiento de la existencia de leyes y normativas sobre la contaminación sonora. Al respecto, la pregunta si toma en cuenta los límites permisibles de emisión de ruido en las actividades

educativas. (ver imagen 18)

Imagen 18. Pregunta 4 de la Encuesta



Nota: La imagen muestra los resultados obtenidos a la pregunta 4 de la encuesta a los estudiantes sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

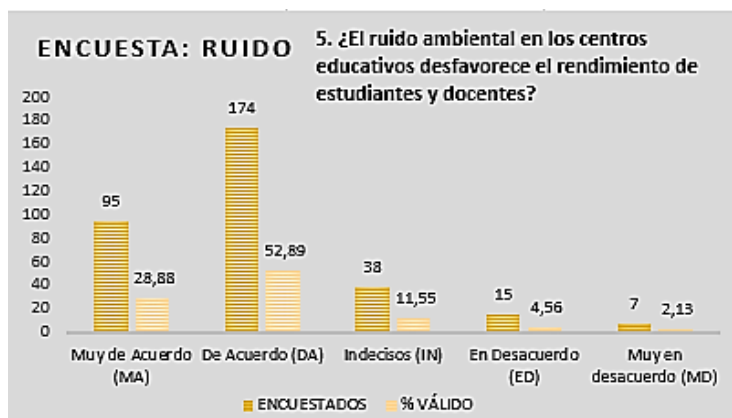
En la imagen, se observa que existen 143 estudiantes que han respondido estar de acuerdo con la consulta planteada y representan la mayoría con un 43,47% del total de 329 estudiantes encuestados. En cambio, existen 90 estudiantes que en un significativo 27,36% del total que han respondido estar indecisos por desconocimiento de la legislación ambiental; y 4 estudiantes que en un 1,22% del total respondieron estar en muy en desacuerdo con la consulta.

4.1.4.5. Pregunta 5: ¿El ruido ambiental en los centros educativos desfavorece el rendimiento de estudiantes y docentes? La quinta pregunta, busca respuestas al bajo rendimiento en clase a causa del ruido. Al respecto, el factor ruido si es desfavorable para el proceso de aprendizaje.

En la imagen 19, se observa que existen 174 estudiantes que han respondido estar de acuerdo con la consulta planteada y representan la mayoría con un 52,89% del total de 329 estudiantes encuestados. En cambio, existen 38 estudiantes que en un 11,55% del total que han

respondido estar indecisos por desconocimiento; y 7 estudiantes que en un 2.13% del total que respondieron estar en muy en desacuerdo con la consulta.

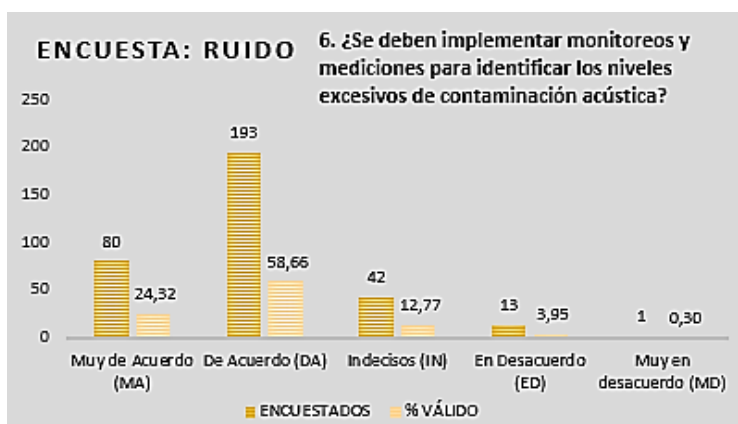
Imagen 19. Pregunta 5 de la Encuesta



Nota: La imagen muestra los resultados obtenidos a la pregunta 5 de la encuesta a los estudiantes sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

4.1.4.6. Pregunta 6: ¿Se deben implementar monitoreos y mediciones para identificar los niveles excesivos de contaminación acústica? La sexta pregunta, busca identificar al ruido como un contaminante acústico. Al respecto, si se puede la factibilidad de implementar monitoreos y mediciones del ruido. (ver imagen 20)

Imagen 20. Pregunta 6 de la Encuesta

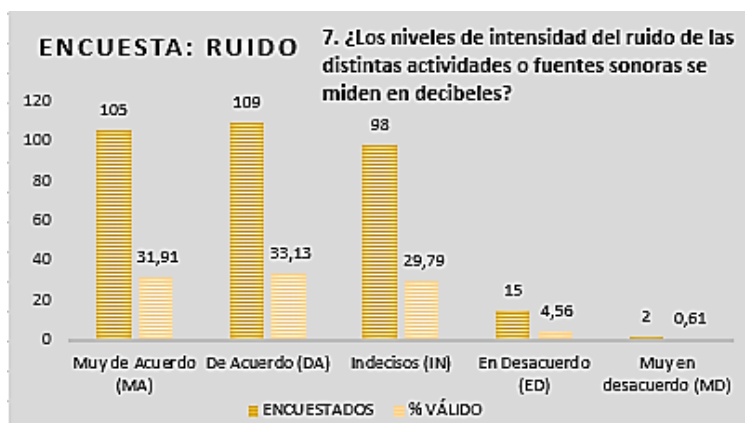


Nota: La imagen muestra los resultados obtenidos a la pregunta 6 de la encuesta a los estudiantes sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

En la imagen, se observa que existen 193 estudiantes que han respondido estar de acuerdo con la consulta planteada y representan la mayoría con un 58.66% de un total de 329 estudiantes encuestados. En cambio, existen de 42 estudiantes que en un 12.77% del total que han respondido estar indecisos por falta de conocimientos de gestión ambiental; y 1 estudiante que en un 0.30% del total que respondieron estar en muy en desacuerdo con la consulta.

4.1.4.7. Pregunta 7: ¿Los niveles de intensidad del ruido de las distintas actividades o fuentes sonoras se miden en decibeles? La séptima pregunta, trata de dar a conocer sobre la unidad de medida del ruido. Al respecto, el decibel dB mide la intensidad del ruido. (ver imagen 21)

Imagen 21. Pregunta 7 de la Encuesta

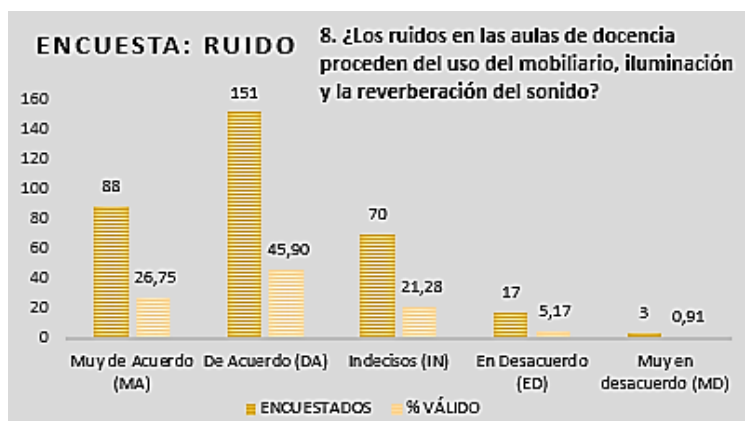


Nota: La imagen muestra los resultados obtenidos a la pregunta 7 de la encuesta a los estudiantes sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

En la imagen, se observa que existen 109 estudiantes que han respondido estar de acuerdo con la consulta planteada y representan la mayoría con un 33.13% de un total de 329 estudiantes encuestados. En cambio, existen 98 estudiantes que en un significativo 29.79% del total que han respondido estar indecisos por falta de conocimiento de las unidades de medida; y 2 estudiantes que en un 0.61% del total respondieron estar en muy en desacuerdo con la consulta.

4.1.4.8. Pregunta 8: ¿Los ruidos en las aulas de docencia proceden del uso del mobiliario, iluminación y la reverberación del sonido? La octava pregunta, induce a que existen fuentes de emisión de ruido. Al respecto, busca identificar las distintas fuentes emisoras ruido en las aulas de docencia. (ver imagen 22)

Imagen 22. Pregunta 8 de la Encuesta



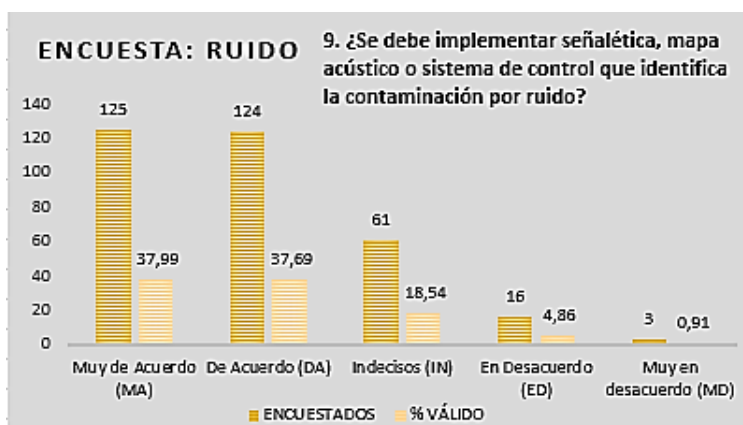
Nota: La imagen muestra los resultados obtenidos a la pregunta 8 de la encuesta a los estudiantes sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

En la siguiente imagen, se observa que existen 151 estudiantes que han respondido estar de acuerdo con la consulta planteada y representan la mayoría con un 45.90% de un total de 329 estudiantes encuestados. En cambio, existen 70 estudiantes que en un significativo 21.28% del total que han respondido estar indecisos por falta de interés sobre el tema; y tres estudiantes que en un 0.91% del total que respondieron estar en muy en desacuerdo con la consulta planteada.

4.1.4.9. Pregunta 9: ¿Se debe implementar señalética, mapa acústico o sistema de control que identifica la contaminación por ruido? La novena pregunta, sugiere crear un sistema de control para el ruido. Al respecto, si debería implantarse mapas o dispositivos de control para el ruido.

En la imagen 23, se observa que existen 125 estudiantes que han respondido estar muy de acuerdo con la consulta planteada y representan la mayoría con un 37.99% de un total de 329 estudiantes encuestados. En cambio, existen 61 estudiantes que en un significativo 18.54% del total que han respondido estar indecisos por si es conveniente o no su aplicación y 3 estudiantes que en un 0.91% del total que respondieron estar en muy en desacuerdo con la consulta que se planteó en la encuesta.

Imagen 23. Pregunta 9 de la Encuesta



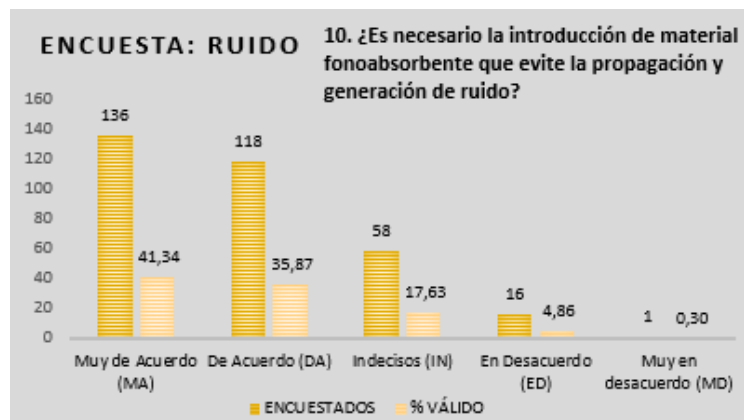
Nota: La tabla muestra los resultados obtenidos a la pregunta 9 de la encuesta a los estudiantes sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

4.1.4.10. Pregunta 10: ¿Es necesario la introducción de material fonoabsorbente que evite la propagación y generación de ruido? La décima pregunta, sugiere el uso de materiales que absorben de ruido. Al respecto, la pregunta busca la implementación de esos materiales en las aulas de docencia.

En la imagen 24, se observa que existen 136 estudiantes que han respondido estar muy de acuerdo con la consulta planteada y representan la mayoría con un 41.34% de un total de 329 estudiantes encuestados. En cambio, existen 58 estudiantes que en un significativo 17.63% del

total que han respondido estar indecisos por si es conveniente o no su aplicación y 1 estudiante que en un 0.30% del total que respondieron estar en muy en desacuerdo con la consulta.

Imagen 24. *Pregunta 10 de la Encuesta*



Nota: La imagen muestra los resultados obtenidos a la pregunta 10 de la encuesta a los estudiantes sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

4.1.5. Análisis Final de Resultados

De acuerdo a los datos obtenidos en la tabla, la mayoría de estudiantes han respondido estar de acuerdo DA y en muy de acuerdo MA con las preguntas de la encuesta. Por otro lado, se observa la tendencia significativa de los estudiantes a estar indecisos IN en dar las respuestas planteadas y además, la pequeña cantidad de estudiantes que han respondido en desacuerdo ED y en muy en desacuerdo MD con las interrogantes planteadas sobre el ruido. (ver imagen 25)

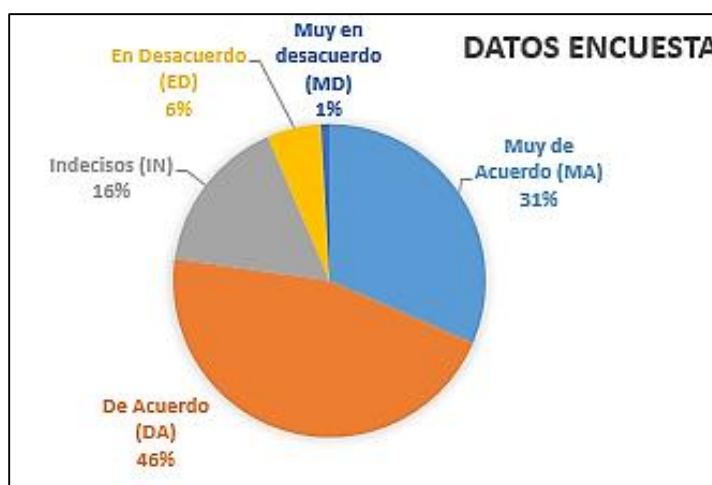
Imagen 25. *Datos de la Valorización Total de la Encuesta*

ENCUESTA RUIDO: VALORIZACIÓN TOTAL											
ITEM	VALORIZACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Muy de Acuerdo (MA)	84	94	181	49	95	80	105	88	125	136
	De Acuerdo (DA)	192	191	109	143	174	193	109	151	124	118
	Indecisos (IN)	36	20	23	90	38	42	98	70	61	58
	En Desacuerdo (ED)	14	20	15	43	15	13	15	17	16	16
	Muy en desacuerdo (MD)	3	4	1	4	7	1	2	3	3	1
SUBTOTAL		329	329	329	329	329	329	329	329	329	329

Nota: La imagen muestra la tabla con los valores obtenidos de la encuesta sobre el ruido. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

De lo analizado anteriormente y de acuerdo a los datos obtenidos, la siguiente imagen confirma que la mayor parte del porcentaje de los estudiantes entre el 31% a 46% del total están de acuerdo DA y en muy de acuerdo MA con las preguntas planteadas. En cambio, el porcentaje es significativamente bajo entre un 1% a 6% del total para quienes respondieron estar en desacuerdo ED y en muy en desacuerdo MD con la consulta. (ver imagen 26)

Imagen 26. Porcentajes de Valorización Total de la Encuesta



Nota: La imagen muestra los porcentajes total de los valores de la encuesta del ruido.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

Tomando en consideración el análisis de las anteriores tablas, se puede sintetizar que:

- La cantidad de estudiantes encuestados son de 329 en total y representan al tamaño de la muestra.
- El 45,71% de estudiantes están de acuerdo DA en su mayor parte con las preguntas de la encuesta,
- El 31,52 % de estudiantes están muy de acuerdo MA, tiene predominio en las preguntas 3 y 9.
- El 16,29 % de estudiantes están indecisos IN, valor significativo siendo las

preguntas 4 y 5 las puntuaciones más altas.

- El 5,59% de los estudiantes están en desacuerdo ED, valor bajo por encima de las que están en muy en desacuerdo ED.
- El 0,88% de los estudiantes están en muy en desacuerdo MD, valor muy bajo tienen valores muy pequeños, entre 1 y 7.

De acuerdo a criterio de los 329 estudiantes encuestados, creen necesario se implemente al interior de la edificación del Campus María Auxiliadora, estrategias y planes de acción, como instalar material fonoabsorbente para evitar la reverberación en paredes, colocar mapas de ruido, señaléticas e instalar un sistema de control para la presión sonora, con la finalidad de reducir la contaminación acústica.

4.2. Evaluación del Ruido

4.2.1. Puntos de Muestreo

Para la determinar los puntos de muestreo en la edificación, previamente se realizó un análisis cualitativo mediante la observación de los espacios en las cuales había mayor concentración de estudiantes y, por ende, producir un alto impacto de la contaminación acústica.

Posteriormente, se establecieron 10 puntos de muestreo geo-referenciados por niveles de piso para la toma de las mediciones del ruido en el edificio matriz del Campus. (ver tabla 8)

Adicionalmente, se ha creído necesario incluir en la tabla el laboratorio de química como otro punto de toma de medidas, aunque se encuentre separado de la edificación principal, como punto de referencia de otros laboratorios de docencia.

Tabla 8. Puntos de Medición del Ruido

Puntos	Número de Piso	Ambiente	Geo-referencia
1		Recepción	S2°11'31.56'' W80°2'45.40''
2	Planta Baja PB	Dirección de Carrera	S2°11'31.20'' W80°2'44.96''
3		Área Central (Ingreso a Ascensores)	S2°11'33.70'' W80°2'44.47''
4	Primer Piso 1P	Aula de Docencia A/213	S2°11'31.46'' W80°2'45.06''
5		Laboratorio de Computo A1	S2°11'32.98'' W80°2'44.63''
6	Segundo Piso 2P	Aula de Docencia A/308	S2°11'32.98'' W80°2'44.63''
7	Tercer Piso 3P	Aula de Docencia A/401	S2°11'31.90'' W80°2'42.98''
8	Cuarto Piso 4P	Aula de Docencia A/509	S2°11'32.26'' W80°2'45.09''
9	Quinto Piso 5P	Aula de Docencia A/600	S2°11'32.87'' W80°2'43.99''
10	Sexto Piso 6P	Bar	S2°11'32.56'' W80°2'44.76''
11	Bloque (Adicional) Primer Piso	Laboratorio de Química y otros	S2°11'38.39'' W80°2'40.76''

Nota: La tabla muestra los puntos estratégicos para la toma de los niveles de ruido en el centro educativo. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

4.2.2. Resultados de Medición del Ruido

Las mediciones se realizaron en la edificación principal desde el piso sexto a planta baja, abarcando los ambientes del bar, 5 aulas, laboratorio de cómputo, recepción, dirección de la carrera y área central del hall de ingreso. Igualmente, se consideró el laboratorio de química ubicado en el primer piso localizado en otro bloque del recinto universitario. (ver imagen 27)

Los datos de medición del ruido se obtuvieron durante días laborables (24.01.2024 al 26.01.24), durante la jornada diurna, en los horarios matutino y vespertino. El domingo 28.01.2024 día no laborable, se procedió a tomar mediciones en todas las áreas de los puntos de monitoreo ruido y comparar los valores con el resto de días con actividades académicas.

Las mediciones obtenidas del ruido en los puntos de muestreo que a continuación se detallan, se registraron en matrices usando el programa Excel y comprenden desde la tabla 9 hasta la tabla 18.

Imagen 27. *Evidencias de Mediciones del Ruido.*



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de medición de niveles de ruido y prototipo experimental. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023)

Tabla 9. Datos Obtenidos el día 24.01.2024 (Matutina con Estudiantes)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL						
Medidas de Nivel de Presión Sonora: Campus María Auxiliadora						
Ubicación: Bar Principal (Sexto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:30:00"am- 09:30:15"am	09:30:15"am- 09:30:30"am	09:30:30"am- 09:30:45"am	09:30:45"am- 09:31:00"am	09:31:00"am- 09:31:15"am	Valor (dB)
	79.8	79.4	78.1	78.2	72.2	78.19
Ubicación: A-600 (Quinto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:40:00"am- 09:40:15"am	09:40:15"am- 09:40:30"am	09:40:30"am- 09:40:45"am	09:40:45"am- 09:41:00"am	09:41:00"am- 09:41:15"am	Valor (dB)
	56.3	58.3	62.1	62.3	64.6	61.65
Ubicación: A-509 (Cuarto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:50:00"am- 09:50:15"am	09:50:15"am- 09:50:30"am	09:50:30"am- 09:50:45"am	09:50:45"am- 09:51:00"am	09:51:00"am- 09:51:15"am	Valor (dB)
	54.5	51	50.7	52.3	56.1	53.43
Ubicación: A-401 (Tercer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:00:00"am- 10:00:15"am	10:00:15"am- 10:00:30"am	10:00:30"am- 10:00:45"am	10:00:45"am- 10:01:00"am	10:01:00"am- 10:01:15"am	Valor (dB)
	57.6	64.7	63.4	52.2	63.2	62.02
Ubicación: A-308 (Segundo Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:10:00"am- 10:10:15"am	10:10:15"am- 10:10:30"am	10:10:30"am- 10:10:45"am	10:10:45"am- 10:11:00"am	10:11:00"am- 10:11:15"am	Valor (dB)
	56.1	60.5	54.9	53.7	55.2	56.82
Ubicación: A-213 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:20:00"am- 10:20:15"am	10:20:15"am- 10:20:30"am	10:20:30"am- 10:20:45"am	10:20:45"am- 10:21:00"am	10:21:00"am- 10:21:15"am	Valor (dB)
	70.3	66.8	58.9	71.1	68.9	68.68
Ubicación: Recepción (Planta Baja)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:30:00"am- 10:30:15"am	10:30:15"am- 10:30:30"am	10:30:30"am- 10:30:45"am	10:30:45"am- 10:31:00"am	10:31:00"am- 10:31:15"am	Valor (dB)
	63.5	60.9	64.1	65.6	64.9	64.07
Ubicación: Dirección de Carrera (PB)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:40:00"am- 10:40:15"am	10:40:15"am- 10:40:30"am	10:40:30"am- 10:40:45"am	10:40:45"am- 10:41:00"am	10:41:00"am- 10:41:15"am	Valor (dB)
	54.4	54.8	51.6	51.3	51	52.93
Ubicación: Lab. A1 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:50:00"am- 10:50:15"am	10:50:15"am- 10:50:30"am	10:50:30"am- 10:50:45"am	10:50:45"am- 10:51:00"am	10:51:00"am- 10:51:15"am	Valor (dB)
	51	52.5	52.7	53.4	54.7	53.03
Ubicación: Lab. Química (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	11:00:00"am- 11:00:15"am	11:00:15"am- 11:00:30"am	11:00:30"am- 11:00:45"am	11:00:45"am- 11:01:00"am	11:01:00"am- 11:01:15"am	Valor (dB)
	54.6	55.2	54.3	54.6	54	54.56
OBSERVACIÓN: Los datos de las mediciones de ruido han sido obtenidos a través del programa VA-SLM. La evaluación del impacto del ruido en la audición, considera la ponderación de potencia SPLAF como la más efectiva por su sensibilidad a frecuencias bajas; a diferentes frecuencias que tolera el oído humano y uso en mediciones de ruido ambiental.						

Nota: La tabla muestra datos obtenidos en dB de presión sonora en diferentes áreas en horario matutino. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

Tabla 10. Datos obtenidos el día 25.01.2024 (Matutina con Estudiantes)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL						
Medidas de Nivel de Presión Sonora: Campus María Auxiliadora						
Ubicación: Bar Principal (Sexto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:30:00"am-09:30:15"am	09:30:15"am-09:30:30"am	09:30:30"am-09:30:45"am	09:30:45"am-09:31:00"am	09:31:00"am-09:31:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	65.1	67.4	68	69.1	68.3
Ubicación: A-600 (Quinto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:40:00"am-09:40:15"am	09:40:15"am-09:40:30"am	09:40:30"am-09:40:45"am	09:40:45"am-09:41:00"am	09:41:00"am-09:41:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	73.3	53.1	63.4	52.4	64.6
Ubicación: A-509 (Cuarto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:50:00"am-09:50:15"am	09:50:15"am-09:50:30"am	09:50:30"am-09:50:45"am	09:50:45"am-09:51:00"am	09:51:00"am-09:51:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	53	59.2	61.2	55.1	65.7
Ubicación: A-401 (Tercer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:00:00"am-10:00:15"am	10:00:15"am-10:00:30"am	10:00:30"am-10:00:45"am	10:00:45"am-10:01:00"am	10:01:00"am-10:01:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	55.4	56.7	59.1	58.5	56.6
Ubicación: A-308 (Segundo Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:10:00"am-10:10:15"am	10:10:15"am-10:10:30"am	10:10:30"am-10:10:45"am	10:10:45"am-10:11:00"am	10:11:00"am-10:11:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	66.9	55.1	58.8	54.6	63
Ubicación: A-213 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:20:00"am-10:20:15"am	10:20:15"am-10:20:30"am	10:20:30"am-10:20:45"am	10:20:45"am-10:21:00"am	10:21:00"am-10:21:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	71.3	71.1	66.1	64.3	61.4
Ubicación: Recepción (Planta Baja)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:30:00"am-10:30:15"am	10:30:15"am-10:30:30"am	10:30:30"am-10:30:45"am	10:30:45"am-10:31:00"am	10:31:00"am-10:31:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	60.6	62	62.3	64.9	65.7
Ubicación: Dirección de Carrera (PB)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:40:00"am-10:40:15"am	10:40:15"am-10:40:30"am	10:40:30"am-10:40:45"am	10:40:45"am-10:41:00"am	10:41:00"am-10:41:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	54.7	56	54.6	54.9	55
Ubicación: Lab. A1 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:50:00"am-10:50:15"am	10:50:15"am-10:50:30"am	10:50:30"am-10:50:45"am	10:50:45"am-10:51:00"am	10:51:00"am-10:51:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	55.4	59.4	50.7	50.9	54.7
Ubicación: Lab. Química (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	11:00:00"am-11:00:15"am	11:00:15"am-11:00:30"am	11:00:30"am-11:00:45"am	11:00:45"am-11:01:00"am	11:01:00"am-11:01:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	55.7	60	62.6	55.9	58.4
OBSERVACIÓN: Los datos de las mediciones de ruido han sido obtenidos a través del programa VA-SLM. La evaluación del impacto del ruido en la audición, considera la ponderación de potencia SPLAF como la más efectiva por su sensibilidad a frecuencias bajas; a diferentes frecuencias que tolera el oído humano y uso en mediciones de ruido ambiental.						

Nota: La tabla muestra datos obtenidos en dB de presión sonora en diferentes áreas en horario matutino. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

Tabla 11. Datos obtenidos el día 26.01.2024 (Matutina con Estudiantes)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL						
Medidas de Nivel de Presión Sonora: Campus María Auxiliadora						
Ubicación: Bar Principal (Sexto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:30:00"am-09:30:15"am	09:30:15"am-09:30:30"am	09:30:30"am-09:30:45"am	09:30:45"am-09:31:00"am	09:31:00"am-09:31:15"am	Valor (dB)
	87.5	88.8	88.9	87.2	88.6	88.26
Ubicación: A-600 (Quinto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:40:00"am-09:40:15"am	09:40:15"am-09:40:30"am	09:40:30"am-09:40:45"am	09:40:45"am-09:41:00"am	09:41:00"am-09:41:15"am	Valor (dB)
	67.3	66.6	67.8	67.7	67.6	52.30
Ubicación: A-509 (Cuarto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:50:00"am-09:50:15"am	09:50:15"am-09:50:30"am	09:50:30"am-09:50:45"am	09:50:45"am-09:51:00"am	09:51:00"am-09:51:15"am	Valor (dB)
	61.4	60	60.5	64.6	64.2	62.56
Ubicación: A-401 (Tercer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:00:00"am-10:00:15"am	10:00:15"am-10:00:30"am	10:00:30"am-10:00:45"am	10:00:45"am-10:01:00"am	10:01:00"am-10:01:15"am	Valor (dB)
	53.7	54.1	54.4	54.3	53.9	54.09
Ubicación: A-308 (Segundo Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:10:00"am-10:10:15"am	10:10:15"am-10:10:30"am	10:10:30"am-10:10:45"am	10:10:45"am-10:11:00"am	10:11:00"am-10:11:15"am	Valor (dB)
	69.3	64	68.9	66.5	63.4	67.07
Ubicación: A-213 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:20:00"am-10:20:15"am	10:20:15"am-10:20:30"am	10:20:30"am-10:20:45"am	10:20:45"am-10:21:00"am	10:21:00"am-10:21:15"am	Valor (dB)
	78.2	76.2	74.8	72.3	54.6	74.92
Ubicación: Recepción (Planta Baja)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:30:00"am-10:30:15"am	10:30:15"am-10:30:30"am	10:30:30"am-10:30:45"am	10:30:45"am-10:31:00"am	10:31:00"am-10:31:15"am	Valor (dB)
	88.8	90.8	88.1	80.8	86.1	87.97
Ubicación: Dirección de Carrera (PB)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:40:00"am-10:40:15"am	10:40:15"am-10:40:30"am	10:40:30"am-10:40:45"am	10:40:45"am-10:41:00"am	10:41:00"am-10:41:15"am	Valor (dB)
	58.5	66.9	60.1	56.1	62.2	62.40
Ubicación: Lab. A1 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:50:00"am-10:50:15"am	10:50:15"am-10:50:30"am	10:50:30"am-10:50:45"am	10:50:45"am-10:51:00"am	10:51:00"am-10:51:15"am	Valor (dB)
	61.5	53.3	54	58.8	63.3	52.30
Ubicación: Lab. Química (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	11:00:00"am-11:00:15"am	11:00:15"am-11:00:30"am	11:00:30"am-11:00:45"am	11:00:45"am-11:01:00"am	11:01:00"am-11:01:15"am	Valor (dB)
	68.3	59.8	57	59.3	56.4	62.79
OBSERVACIÓN: Los datos de las mediciones de ruido han sido obtenidos a través del programa VA-SLM. La evaluación del impacto del ruido en la audición, considera la ponderación de potencia SPLAF como la más efectiva por su sensibilidad a frecuencias bajas; a diferentes frecuencias que tolera el oído humano y uso en mediciones de ruido ambiental.						

Nota: La tabla muestra datos obtenidos en dB de presión sonora en diferentes áreas en horario matutino. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

Tabla 12. Datos obtenidos el día 24.01.2024 (Matutina con Estudiantes)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL						
Medidas de Nivel de Presión Sonora: Campus María Auxiliadora						
Ubicación: Área Central (Planta Baja)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	13:30:00"pm	13:30:15"pm	13:30:30"pm	13:30:45"pm	13:31:00"pm	Valor (dB)
	13:30:15"pm	13:30:30"pm	13:30:45"pm	13:31:00"pm	13:31:15"pm	
SPLAF	68.8	64.9	60.1	66.7	68.5	66.71
OBSERVACIÓN: Los datos de las mediciones de ruido han sido obtenidos a través del programa VA-SLM. La evaluación del impacto del ruido en la audición, considera la ponderación de potencia SPLAF como la más efectiva por su sensibilidad a frecuencias bajas; a diferentes frecuencias que tolera el oído humano y uso en mediciones de ruido ambiental.						

Tabla 13. Datos obtenidos el día 25.01.2024 (Matutina con Estudiantes)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL						
Medidas de Nivel de Presión Sonora: Campus María Auxiliadora						
Ubicación: Área Central (Planta Baja)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	13:30:00"pm	13:30:15"pm	13:30:30"pm	13:30:45"pm	13:31:00"pm	Valor (dB)
	13:30:15"pm	13:30:30"pm	13:30:45"pm	13:31:00"pm	13:31:15"pm	
SPLAF	67.2	69.8	68.8	69.1	69.6	68.99
OBSERVACIÓN: Los datos de las mediciones de ruido han sido obtenidos a través del programa VA-SLM. La evaluación del impacto del ruido en la audición, considera la ponderación de potencia SPLAF como la más efectiva por su sensibilidad a frecuencias bajas; a diferentes frecuencias que tolera el oído humano y uso en mediciones de ruido ambiental.						

Tabla 14. Datos obtenidos el día 26.01.2024 (Matutina con Estudiantes)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL						
Medidas de Nivel de Presión Sonora: Campus María Auxiliadora						
Ubicación: Área Central (Planta Baja)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	13:30:00"pm	13:30:15"pm	13:30:30"pm	13:30:45"pm	13:31:00"pm	Valor (dB)
	13:30:15"pm	13:30:30"pm	13:30:45"pm	13:31:00"pm	13:31:15"pm	
SPLAF	67.2	69.3	68.1	69.1	69.2	68.65
OBSERVACIÓN: Los datos de las mediciones de ruido han sido obtenidos a través del programa VA-SLM. La evaluación del impacto del ruido en la audición, considera la ponderación de potencia SPLAF como la más efectiva por su sensibilidad a frecuencias bajas; a diferentes frecuencias que tolera el oído humano y uso en mediciones de ruido ambiental.						

Nota: Las tablas muestran datos obtenidos en dB de presión sonora en el hall de ingreso en horario vespertino. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

Tabla 15. Datos obtenidos el día 24.01.2024 (Vespertina con Estudiantes)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL						
Medidas de Nivel de Presión Sonora: Campus María Auxiliadora						
Ubicación: Bar Principal (Sexto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:30:00"am-09:30:15"am	09:30:15"am-09:30:30"am	09:30:30"am-09:30:45"am	09:30:45"am-09:31:00"am	09:31:00"am-09:31:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	79.8	76.5	72.1	74.7	76.6
Ubicación: A-600 (Quinto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:40:00"am-09:40:15"am	09:40:15"am-09:40:30"am	09:40:30"am-09:40:45"am	09:40:45"am-09:41:00"am	09:41:00"am-09:41:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	54.1	54	54.6	54.4	56.8
Ubicación: A-509 (Cuarto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:50:00"am-09:50:15"am	09:50:15"am-09:50:30"am	09:50:30"am-09:50:45"am	09:50:45"am-09:51:00"am	09:51:00"am-09:51:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	50	51.1	50.8	50.4	51.3
Ubicación: A-401 (Tercer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:00:00"am-10:00:15"am	10:00:15"am-10:00:30"am	10:00:30"am-10:00:45"am	10:00:45"am-10:01:00"am	10:01:00"am-10:01:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	53.4	51.4	50.7	52.4	50.5
Ubicación: A-308 (Segundo Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:10:00"am-10:10:15"am	10:10:15"am-10:10:30"am	10:10:30"am-10:10:45"am	10:10:45"am-10:11:00"am	10:11:00"am-10:11:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	53.8	53.2	53.8	53.4	53.8
Ubicación: A-213 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:20:00"am-10:20:15"am	10:20:15"am-10:20:30"am	10:20:30"am-10:20:45"am	10:20:45"am-10:21:00"am	10:21:00"am-10:21:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	47.6	48	47.7	47.6	47.7
Ubicación: Recepción (Planta Baja)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:30:00"am-10:30:15"am	10:30:15"am-10:30:30"am	10:30:30"am-10:30:45"am	10:30:45"am-10:31:00"am	10:31:00"am-10:31:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	61.3	62.1	60.6	60.5	62.4
Ubicación: Dirección de Carrera (PB)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:40:00"am-10:40:15"am	10:40:15"am-10:40:30"am	10:40:30"am-10:40:45"am	10:40:45"am-10:41:00"am	10:41:00"am-10:41:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	51	52.5	51.7	51.7	50.9
Ubicación: Lab. A1 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:50:00"am-10:50:15"am	10:50:15"am-10:50:30"am	10:50:30"am-10:50:45"am	10:50:45"am-10:51:00"am	10:51:00"am-10:51:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	60	52.5	52.8	57.6	50.9
Ubicación: Lab. Química (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	11:00:00"am-11:00:15"am	11:00:15"am-11:00:30"am	11:00:30"am-11:00:45"am	11:00:45"am-11:01:00"am	11:01:00"am-11:01:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	58	58.2	58.1	53.9	58.1
OBSERVACIÓN: Los datos de las mediciones de ruido han sido obtenidos a través del programa VA-SLM. La evaluación del impacto del ruido en la audición, considera la ponderación de potencia SPLAF como la más efectiva por su sensibilidad a frecuencias bajas; a diferentes frecuencias que tolera el oído humano y uso en mediciones de ruido ambiental.						

Nota: La tabla muestra datos obtenidos en dB de presión sonora en diferentes áreas en horario vespertino. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

Tabla 16. Datos obtenidos el día 25.01.2024 (Vespertina con Estudiantes)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL						
Medidas de Nivel de Presión Sonora: Campus María Auxiliadora						
Ubicación: Bar Principal (Sexto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:30:00"am	09:30:15"am	09:30:30"am	09:30:45"am	09:31:00"am	Valor (dB)
	09:30:15"am	09:30:30"am	09:30:45"am	09:31:00"am	09:31:15"am	
SPLAF	79.1	77.7	79.9	77.7	76.6	58.10
Ubicación: A-600 (Quinto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:40:00"am	09:40:15"am	09:40:30"am	09:40:45"am	09:41:00"am	Valor (dB)
	09:40:15"am	09:40:30"am	09:40:45"am	09:41:00"am	09:41:15"am	
SPLAF	61.9	48.5	59.5	46.2	54.9	57.58
Ubicación: A-509 (Cuarto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:50:00"am	09:50:15"am	09:50:30"am	09:50:45"am	09:51:00"am	Valor (dB)
	09:50:15"am	09:50:30"am	09:50:45"am	09:51:00"am	09:51:15"am	
SPLAF	53.9	54.3	53.8	54.4	54.7	54.23
Ubicación: A-401 (Tercer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:00:00"am	10:00:15"am	10:00:30"am	10:00:45"am	10:01:00"am	Valor (dB)
	10:00:15"am	10:00:30"am	10:00:45"am	10:01:00"am	10:01:15"am	
SPLAF	57.1	51.4	50.7	52.4	50.5	53.24
Ubicación: A-308 (Segundo Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:10:00"am	10:10:15"am	10:10:30"am	10:10:45"am	10:11:00"am	Valor (dB)
	10:10:15"am	10:10:30"am	10:10:45"am	10:11:00"am	10:11:15"am	
SPLAF	53.5	53.1	53.7	53.4	54.8	53.74
Ubicación: A-213 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:20:00"am	10:20:15"am	10:20:30"am	10:20:45"am	10:21:00"am	Valor (dB)
	10:20:15"am	10:20:30"am	10:20:45"am	10:21:00"am	10:21:15"am	
SPLAF	65.4	48	49.4	56.4	65.1	61.64
Ubicación: Recepción (Planta Baja)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:30:00"am	10:30:15"am	10:30:30"am	10:30:45"am	10:31:00"am	Valor (dB)
	10:30:15"am	10:30:30"am	10:30:45"am	10:31:00"am	10:31:15"am	
SPLAF	59.7	60.9	59.4	60	59.9	60.01
Ubicación: Dirección de Carrera (PB)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:40:00"am	10:40:15"am	10:40:30"am	10:40:45"am	10:41:00"am	Valor (dB)
	10:40:15"am	10:40:30"am	10:40:45"am	10:41:00"am	10:41:15"am	
SPLAF	52.6	40.6	46.6	39.5	60.8	54.62
Ubicación: Lab. A1 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:50:00"am	10:50:15"am	10:50:30"am	10:50:45"am	10:51:00"am	Valor (dB)
	10:50:15"am	10:50:30"am	10:50:45"am	10:51:00"am	10:51:15"am	
SPLAF	51.6	49.9	50.4	50.4	50	50.50
Ubicación: Lab. Química (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	11:00:00"am	11:00:15"am	11:00:30"am	11:00:45"am	11:01:00"am	Valor (dB)
	11:00:15"am	11:00:30"am	11:00:45"am	11:01:00"am	11:01:15"am	
SPLAF	57.9	56.5	56.9	56.6	57.4	57.09
OBSERVACION: Los datos de las mediciones de ruido han sido obtenidos a través del programa VA-SLM. La evaluación del impacto del ruido en la audición, considera la ponderación de potencia SPLAF como la más efectiva por su sensibilidad a frecuencias bajas; a diferentes frecuencias que tolera el oído humano y uso en mediciones de ruido ambiental.						

Nota: La tabla muestra datos obtenidos en dB de presión sonora en diferentes áreas en horario vespertino. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

Tabla 17. Datos obtenidos el día 26.01.2024 (Vespertina con Estudiantes)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL						
Medidas de Nivel de Presión Sonora: Campus María Auxiliadora						
Ubicación: Bar Principal (Sexto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:30:00"am- 09:30:15"am	09:30:15"am- 09:30:30"am	09:30:30"am- 09:30:45"am	09:30:45"am- 09:31:00"am	09:31:00"am- 09:31:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	77.8	79.6	78.1	78.8	75.9
Ubicación: A-600 (Quinto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:40:00"am- 09:40:15"am	09:40:15"am- 09:40:30"am	09:40:30"am- 09:40:45"am	09:40:45"am- 09:41:00"am	09:41:00"am- 09:41:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	54.5	53.8	53.8	59.1	55.5
Ubicación: A-509 (Cuarto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:50:00"am- 09:50:15"am	09:50:15"am- 09:50:30"am	09:50:30"am- 09:50:45"am	09:50:45"am- 09:51:00"am	09:51:00"am- 09:51:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	68.4	62.1	63.1	61.3	54.9
Ubicación: A-401 (Tercer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:00:00"am- 10:00:15"am	10:00:15"am- 10:00:30"am	10:00:30"am- 10:00:45"am	10:00:45"am- 10:01:00"am	10:01:00"am- 10:01:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	59.3	57.7	53.7	53.3	53.8
Ubicación: A-308 (Segundo Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:10:00"am- 10:10:15"am	10:10:15"am- 10:10:30"am	10:10:30"am- 10:10:45"am	10:10:45"am- 10:11:00"am	10:11:00"am- 10:11:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	57.3	64.1	54.9	53.8	53.8
Ubicación: A-213 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:20:00"am- 10:20:15"am	10:20:15"am- 10:20:30"am	10:20:30"am- 10:20:45"am	10:20:45"am- 10:21:00"am	10:21:00"am- 10:21:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	55.7	52.9	53.7	54.5	53.7
Ubicación: Recepción (Planta Baja)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:30:00"am- 10:30:15"am	10:30:15"am- 10:30:30"am	10:30:30"am- 10:30:45"am	10:30:45"am- 10:31:00"am	10:31:00"am- 10:31:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	67.7	58.7	60.5	60.1	55.7
Ubicación: Dirección de Carrera (PB)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:40:00"am- 10:40:15"am	10:40:15"am- 10:40:30"am	10:40:30"am- 10:40:45"am	10:40:45"am- 10:41:00"am	10:41:00"am- 10:41:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	51.7	62.4	53.6	54.4	61.4
Ubicación: Lab. A1 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:50:00"am- 10:50:15"am	10:50:15"am- 10:50:30"am	10:50:30"am- 10:50:45"am	10:50:45"am- 10:51:00"am	10:51:00"am- 10:51:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	62.1	60	66.2	62	67
Ubicación: Lab. Química (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	11:00:00"am- 11:00:15"am	11:00:15"am- 11:00:30"am	11:00:30"am- 11:00:45"am	11:00:45"am- 11:01:00"am	11:01:00"am- 11:01:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	54.2	55.3	56	56.7	64.7
OBSERVACIÓN: Los datos de las mediciones de ruido han sido obtenidos a través del programa VA-SLM. La evaluación del impacto del ruido en la audición, considera la ponderación de potencia SPLAF como la más efectiva por su sensibilidad a frecuencias bajas; a diferentes frecuencias que tolera el oído humano y uso en mediciones de ruido ambiental.						

Nota: La tabla muestra datos obtenidos en dB de presión sonora en diferentes áreas en horario vespertino. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

Tabla 18. Datos obtenidos el día 28.01.2024 (Matutina sin Estudiantes)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL						
Medidas de Nivel de Presión Sonora: Campus María Auxiliadora						
Ubicación: Bar Principal (Sexto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:30:00"am- 09:30:15"am	09:30:15"am- 09:30:30"am	09:30:30"am- 09:30:45"am	09:30:45"am- 09:31:00"am	09:31:00"am- 09:31:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	51.2	51.3	53.1	52.3	52.5
Ubicación: A-600 (Quinto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:40:00"am- 09:40:15"am	09:40:15"am- 09:40:30"am	09:40:30"am- 09:40:45"am	09:40:45"am- 09:41:00"am	09:41:00"am- 09:41:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	48.6	48	48.9	47.8	48
Ubicación: A-509 (Cuarto Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	09:50:00"am- 09:50:15"am	09:50:15"am- 09:50:30"am	09:50:30"am- 09:50:45"am	09:50:45"am- 09:51:00"am	09:51:00"am- 09:51:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	40.9	41.1	40.2	39	41.8
Ubicación: A-401 (Tercer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:00:00"am- 10:00:15"am	10:00:15"am- 10:00:30"am	10:00:30"am- 10:00:45"am	10:00:45"am- 10:01:00"am	10:01:00"am- 10:01:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	42.5	44	43.3	45.7	46.7
Ubicación: A-308 (Segundo Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:10:00"am- 10:10:15"am	10:10:15"am- 10:10:30"am	10:10:30"am- 10:10:45"am	10:10:45"am- 10:11:00"am	10:11:00"am- 10:11:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	40.1	39.9	39	40	41.3
Ubicación: A-213 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:20:00"am- 10:20:15"am	10:20:15"am- 10:20:30"am	10:20:30"am- 10:20:45"am	10:20:45"am- 10:21:00"am	10:21:00"am- 10:21:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	38.9	40	39.6	40.7	43.3
Ubicación: Recepción (Planta Baja)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:30:00"am- 10:30:15"am	10:30:15"am- 10:30:30"am	10:30:30"am- 10:30:45"am	10:30:45"am- 10:31:00"am	10:31:00"am- 10:31:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	43.9	52.7	51.3	45.4	42.9
Ubicación: Dirección de Carrera (PB)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:40:00"am- 10:40:15"am	10:40:15"am- 10:40:30"am	10:40:30"am- 10:40:45"am	10:40:45"am- 10:41:00"am	10:41:00"am- 10:41:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	39	38.8	38	50.9	37.5
Ubicación: Lab. A1 (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	10:50:00"am- 10:50:15"am	10:50:15"am- 10:50:30"am	10:50:30"am- 10:50:45"am	10:50:45"am- 10:51:00"am	10:51:00"am- 10:51:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	43.6	45.4	44.1	52.2	45.5
Ubicación: Lab. Química (Primer Piso)			Levantado por: Walter Sánchez & Kerly Castro			
Frecuencias	Horario Diurno					Promedio
	11:00:00"am- 11:00:15"am	11:00:15"am- 11:00:30"am	11:00:30"am- 11:00:45"am	11:00:45"am- 11:01:00"am	11:01:00"am- 11:01:15"am	Valor (dB)
	SPLAF	55.4	58	54.9	57	55.1
OBSERVACIÓN: Los datos de las mediciones de ruido han sido obtenidos a través del programa VA-SLM. La evaluación del impacto del ruido en la audición, considera la ponderación de potencia SPLAF como la más efectiva por su sensibilidad a frecuencias bajas; a diferentes frecuencias que tolera el oído humano y uso en mediciones de ruido ambiental.						

Nota: La tabla muestra datos obtenidos en dB de presión sonora en diferentes áreas en horario diurno. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

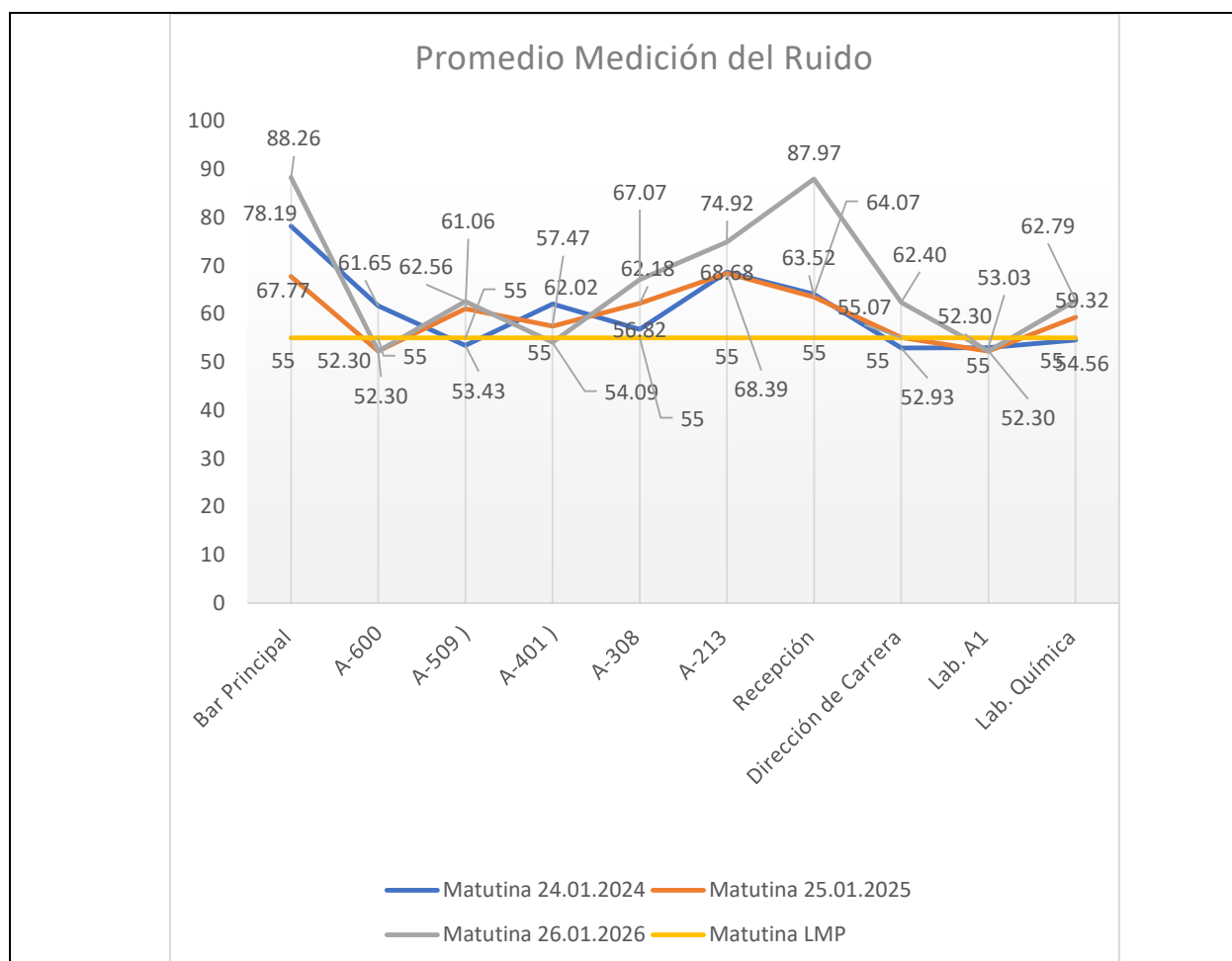
4.2.3. Análisis de la Medición

Los resultados de las mediciones tienen la finalidad de conocer los niveles de ruido, compararlos con los límites máximos permisibles para fuentes fijas de ruido FFR y determinar su impacto sonoro en el centro educativo. (ver tabla 19)

Tabla 19. Resultados de la Medición del Ruido

Medición del Ruido: Jornada Diurna			
Fecha	Horario	Resultados	Observaciones
24.01.2024(1)	Inicio: 9:30':00" Fin: 11:01':15"	El mayor nivel de ruido está en el bar del sexto piso con 79.80 dB a las 09:30:00" hasta 09:30:15" y el menor valor con 50.70 dB a las 09:50:30" hasta 09:50.45"en el aula A-509 del cuarto piso. En promedio el nivel máximo de ruido está en el sexto piso con 78.19dB y el menor nivel en la planta baja con 52.93 dB.	LMP de 55 dB Ver tabla 9
25.01.2024(1)	Inicio: 9:30':00" Fin: 11:01':15"	El mayor nivel de ruido está en el aula A600 del quinto piso con 73.30 dB a las 09:40:00" hasta 09:40:15" y el menor valor con 50.70 dB a las 10:50:30" hasta	LMP de 55 dB Ver tabla 10

		<p>10:50.45"en laboratorio A1 del primer piso.</p> <p>En promedio el nivel máximo y mínimo de ruido está en el primer piso con 68.39 dB y dos con 52.30 dB en el primer y quinto piso respectivamente.</p>	
26.01.2024(1)	<p>Inicio: 9:30':00"</p> <p>Fin: 11:01':15"</p>	<p>El mayor nivel de ruido está en la recepción de la planta baja con 90.80 dB a las 10:30:15" hasta 10:30:30" y el menor valor con 53.30 dB a las 10:50:15" hasta 10:50.30"en laboratorio A1 del primer piso.</p> <p>En promedio el nivel máximo está en el sexto piso con 88.26 dB y dos con menor de ruido de 52.30 dB cada uno en el quinto piso y primer piso respectivamente.</p>	<p>LMP de 55 dB</p> <p>Ver tabla 11</p>

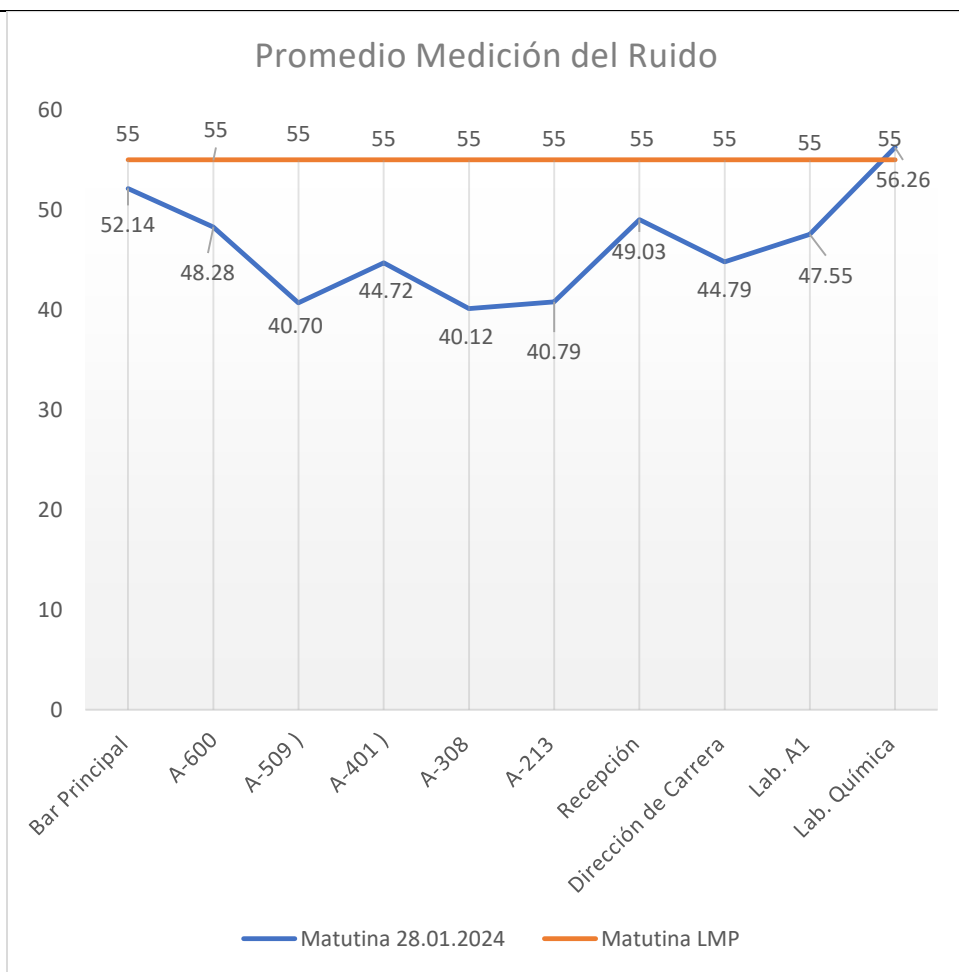


24.01.2024(2)	Inicio: 13:30':00" Fin: 13:31':15"	El mayor nivel de ruido de 68.80 dB a las 13:30:00" hasta 13:30:15" y el menor valor con 60.10 dB a las 13:30:30" hasta 13:30.45"en el área central del hall de ingreso. El valor promedio es de 66.71 dB.	LMP de 55 Db Ver tabla 12
25.01.2024(2)	Inicio: 13:30':00" Fin: 13:31':15"	El mayor nivel de ruido de 69.80 dB a las 13:30:15" hasta 13:30:30" y el menor valor con 67.20 dB a las	LMP de 55 dB Ver tabla 13

13:30:00" hasta 13:30.15"en el
 área central del hall de ingreso.

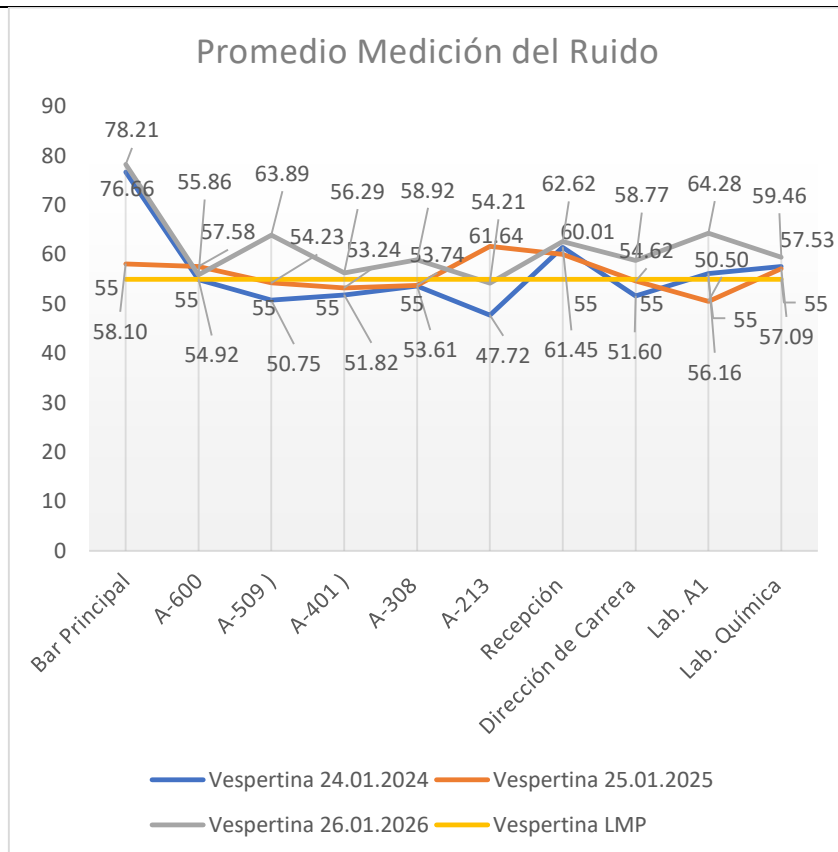
El valor promedio es de 68.99 dB

26.01.2024(2) Inicio: 13:30':00" El mayor nivel de ruido de 69.30 LMP de 55 Db
 Fin: 13:31':15" dB a las 13:30:15" hasta 13:30:30" Ver tabla 14
 y el menor valor con 67.20 dB a las
 13:30:00" hasta 13:30.15"en el
 área central del hall de ingreso.
 El valor promedio es de 68.65 dB



24.01.2024(3)	Inicio:14:30':00" Fin: 16:01':15"	El mayor nivel de ruido está en el bar del sexto piso con 79.80 dB a las 14:30:00" hasta 14:30:15" y 2 los menores valores con 47.60 dB cada uno a las 15:20:00" hasta 15:20:15" y 15:20:45" hasta 15:21:00"en el aula A-213 del primer piso. En promedio el nivel máximo de ruido está en el sexto piso con 76.66 dB y el menor nivel en el primer piso con 47.72 dB.	LMP de 55 Db Ver tabla 15
25.01.2024(3)	Inicio: 14:30':00" Fin: 16:01':15"	El mayor nivel de ruido está en el bar del sexto piso con 79.90 dB a las 14:30:30" hasta 14:30:45" y un menor valor con 39.50 dB cada uno a las 15:40:45" hasta 15:41:00" en la dirección de carrera de planta baja. En promedio el nivel máximo de ruido es de 61.64 dB y el menor de 50.50 dB en el primer piso.	LMP de 55 dB Ver tabla 16

26.01.2024(3) Inicio: 14:30':00" El mayor nivel de ruido está en el LMP de 55 Db
 Fin: 16:01':15" bar del sexto piso con 79.60 dB a Ver tabla 17
 las 14:30:15" hasta 14:30:30" y el
 menor valor con 53.30 dB a las
 15:45:30" hasta 15:01.00"en aula
 A401 del tercer piso.
 En promedio el nivel máximo y
 mínimo de ruido está en el sexto
 piso con 78.21 dB y con 54.21 dB
 en el primer piso.



28.01.2024(1)	Inicio: 9:30':00"	El mayor nivel de ruido está en el laboratorio de química en el primer piso del bloque adyacente con 55.40 dB a las 11:00:00" hasta 11:00:15" y el menor valor con 37.50 dB a las 10:41:00" hasta 10:41.15" en la dirección de carrera de planta baja.	Día No Laborable
	Fin: 11:01':15"		LMP de 55 dB
			Ver tabla 18
		En promedio el nivel máximo está en el primer piso del bloque adyacente con 56.26 dB y menor ruido con 40.12 dB en el segundo piso	

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos y resultados de la medición del ruido en la UPS.

Fuente de consulta: creación propia del autor de la tesis (2023).

4.2.4. Análisis Final de Resultados

Para el análisis final de resultados, se propuso una escala de colores en base a los límites máximos permisibles incluidos en la tabla 1 para fuentes fijas de ruido del Acuerdo Ministerial 097-A. En función de lo planteado y fundamentado en la lógica difusa, se clasificaron los niveles de ruido en tres colores considerando un sistema de control tipo semáforo, siendo el rojo, cuando sobrepasa el límite permisible de 55 dB; amarillo, de carácter preventivo o moderado entre 45 y 55 dB; y verde cuando los valores son menores a 45 dB. (ver tabla 20)

Tabla 20. Escala de Colores para Fuentes Fijas de Ruido

LMP Centros Educativos EQ1	
Límites Permisible FFR 55 dB Diurna (Acuerdo Ministerial 097-A)	
	Mayor a 55 db
	Entre 45 hasta 55 dB
	Menor a 45 dB

Nota: La tabla muestra la escala de colores propuesta considerando los límites máximos permisibles en dB para fuentes fijas de ruido de acuerdo a la normativa ambiental vigente.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

Con el fin de determinar los resultados finales de las mediciones del ruido en el Campus María Auxiliadora, se tomaron en cuenta los valores promedio en decibeles dB de cada ambiente o área de la edificación; los horarios de las jornadas diurnas; los porcentajes correspondientes y finalmente, calcular y determinar si las fuentes fijas de ruido (FFR) cumplen con los límites máximos permisibles. (ver tabla 21)

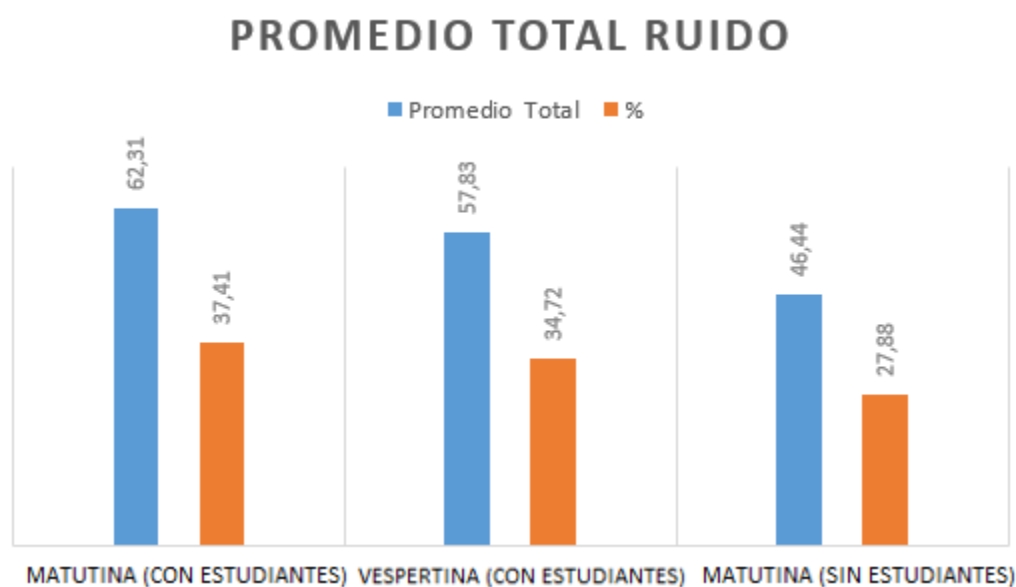
Tabla 21. Promedios dB por Ambientes

Medición del Ruido			
Promedio Total			
Área	Matutina (Con Estudiantes)	Vespertina (Con Estudiantes)	Matutina (Sin Estudiantes)
Bar Principal	78,07	70,99	52,14
A-600	55,42	56,12	48,28
A-509	59,02	56,29	40,70
A-401	57,86	53,78	44,72
A-308	62,02	55,21	40,12
A-213	70,66	54,52	40,79
Recepción	71,85	61,36	49,03
Dir. de Carrera	56,80	55,00	44,79
Lab. A1	52,54	56,98	47,55
Lab. Quím.	58,89	58,03	56,26
Promedio Total	62,31	57,83	46,44

Nota: La tabla muestra valores en decibeles dB de las distintas áreas del bloque principal del Campus Ma. Auxiliadora. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

Al observar la tabla, se aprecia que las mediciones en horarios de la mañana tienen diferentes comportamientos, en jornada con estudiantes entre el 24 al 26 de enero del 2024 señalado con rojo, ha generado 62.31 dB de ruido valor que sobrepasa significativamente los 55 dB de límite permisible. Por otro lado, en jornada sin estudiantes del día 28 de enero del 2024 marcado con amarillo, ha generado 46.44 dB de ruido valor que no sobrepasa el límite permisible vigente. En relación al horario vespertino, el valor sobrepasa ligeramente el límite permisible exigido para centros educativos según la tabla 1 del Acuerdo Ministerial 097-A. (ver imagen 28)

Imagen 28. Promedios Totales de medición del Ruido



Nota: La imagen muestra los valores % y porcentajes generales de generación de ruido de las distintas jornadas. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2023).

En la imagen se observa que el mayor porcentaje promedio de emisión de ruido es la mañana en jornada laborable con 62.31dB que corresponde al 37.41%, a diferencia del día no laborable con un valor de 46.44 dB que corresponde al 27.88%, aunque existe también un significativo valor en horas de la tarde.

En función de lo expuesto, si promediamos los horarios matutino y vespertino con estudiantes, el valor promedio resultante es de 60.57 dB que sobrepasa significativamente los límites máximos permisibles para la jornada diurna; cuyo valor difiere del promedio resultante moderado de la jornada diurna sin estudiantes que es de 46.44 dB, que no sobrepasa el límite máximo permisible para fuentes fijas de ruido. En síntesis, existe impacto del ruido en las actividades académicas por lo que se hace necesario la implementación de estrategias, planes de acción y creación de sistemas de control para reducir la contaminación acústica que afecta a la concentración y al rendimiento académico de los estudiantes. (ver tabla 22)

De lo expuesto y de acuerdo a los resultados, implica que docentes y alumnos están expuestos a la contaminación acústica y problemas de concentración en las aulas de docencia; por lo que se procedente la creación de un sistema de inteligencia artificial para el control de la presión sonora.

Tabla 22. Promedio Total de Ruido Con y Sin Estudiantes

LMP Centros Educativos EQ1		Promedio Total Ruido	
Límites Permisible FFR 55 dB Diurna (Acuerdo Ministerial 097-A)		Con Estudiantes	Sin Estudiantes
	Mayor a 55 db	60.57	0
	Entre 45 hasta 55 dB	0	46.44
	Menor a 45 dB	0	0

Nota: La tabla muestra el valor total promedial en decibeles dB de fuentes fijas de ruido en jornada diurna con y sin estudiantes.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

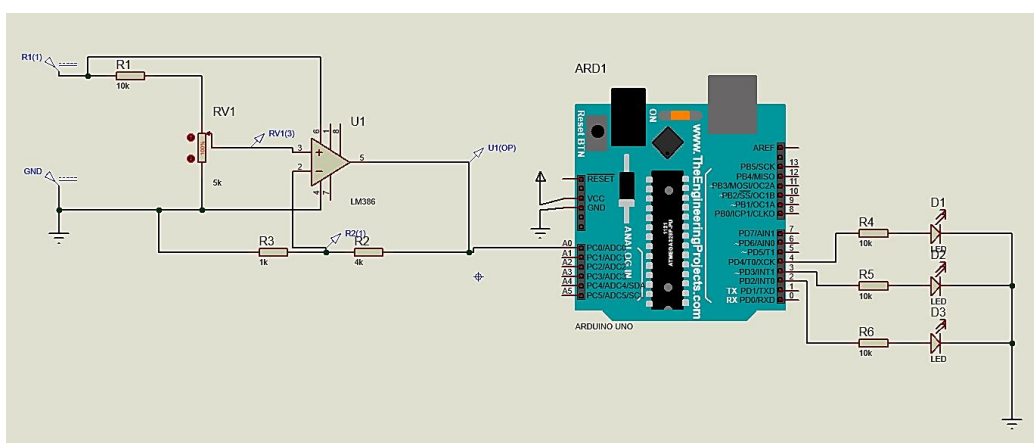
4.3. Sistema de Control para Ruido

4.3.1. Componentes del Sistema

El proceso de construcción del sistema de control de ruido, implica conocer sobre

Electrónica Básica para su funcionalidad, contar con un sonómetro para medición en decibeles dB de manera precisa, el diseño del circuito con el amplificador operacional, un microcontrolador Arduino para la programación que incluye la configuración de pines de entradas y salidas, lectura de voltajes en los pines de orden analógicos e implementación de códigos de fórmulas matemáticas. (ver imagen 29)

Imagen 29. Circuito de Conexiones sobre Placa Base

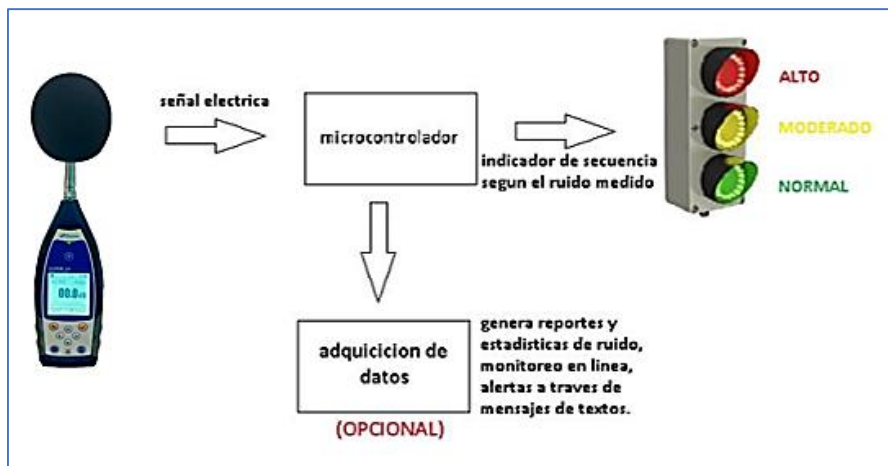


Nota: La imagen muestra el circuito que conecta los LED's a los pines de la placa de Arduino.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

El microcontrolador Arduino 1 por ser la parte principal y corazón del sistema, se instala dentro del proceso constructivo para poder capturar datos del ruido enviado por el sonómetro y alertar mediante textos los mensajes, procesar los valores de voltaje convertido gracias a sus entradas analógicas y finalmente, mediante el indicador de secuencia de colores de acuerdo al ruido medido producir el trabajo del semáforo ruido. (ver imagen 30)

Imagen 30. *Proceso de Funcionalidad del Sistema.*



Nota: La imagen muestra el proceso de funcionalidad del sistema de control de ruido.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

4.3.2. *Herramientas de Programación*

Para crear del prototipo experimental, es necesario contar con herramientas que facilitan el diseño, programación, pruebas de los circuitos y códigos previo a su implementación física mediante un sonómetro con Arduino con el objeto de visualizar los niveles sonoros mediante el semáforo que recibe valores en decibelios dB. Además de estos componentes y para facilitar el diseño, programación, pruebas de los circuitos y códigos se debe incorporar herramientas de diseño y simulación como Proteus, Arduino IDE y Tinkercad.

4.2.1 Proteus. Esta herramienta de simulación y diseño electrónico, permite crear esquemas de circuitos complejos para el funcionamiento del prototipo experimental del semáforo ruido. En el presente proyecto, Proteus es usado para el diseño del circuito amplificador de operación que adapta la señal del sonómetro al Arduino, con el fin de simular la respuesta del sistema ante varios niveles de ruido permitiendo identificar y corregir errores del sistema en la etapa de diseño, asegurando que el circuito funcione adecuadamente antes de la construcción del

prototipo.

4.2.2 Arduino IDE. Es el entorno oficial de desarrollo integrado para la programación de placas Arduino, donde se escribe, prueba y depura el código; que leerá los valores de la fuente sonora, calculará para la conversión de los valores a decibelios dB y controlará las luces LED's del semáforo en función a los niveles de ruido. Además, Arduino IDE tiene una biblioteca de funciones que facilitan la programación de tareas complejas, tal como la lectura de entradas analógicas y el control de salidas digitales.

4.2.3 Tinkercad. Es una plataforma online para el diseño y simulación de circuitos Arduino de forma intuitiva y accesible. A través de esta herramienta se puede diseñar el circuito del presente proyecto experimental que incluye al sonómetro, Arduino, las luces LED's y la programación usando un entorno visual que replica el Arduino IDE. Tinkercad es útil para un enfoque más visual y menos técnico en las primeras etapas del diseño.

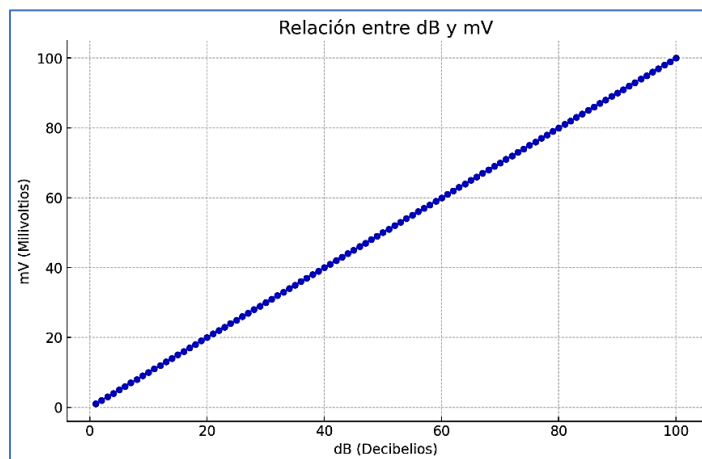
4.3.3. Proceso de Operación

La operación del prototipo semáforo ruido se fundamenta que el sonido es medido por un sonómetro o sensor, el cual convierte la señal sonora en corriente eléctrica que permite generar secuencia de encendido cualquiera de los tres indicadores de luz LED's de colores rojo, amarillo y verde; que están asociados a un rango de ruido emitido en decibeles dB. Por lo tanto, puede ser aplicado al centro educativo donde podrá ser visualizado claramente por el estudiante y con el fin de disminuir la contaminación sonora.

El proceso empieza con el uso de un sonómetro modelo 308, que es un dispositivo que envía señales de salida para que los datos de medición del ruido en decibeles dB sean procesados por un microcontrolador como el Arduino, teniendo la característica DC OUT que envía datos de

voltaje en proporción directa a los niveles de ruido detectados siguiendo una relación de 1 dB a 1mV. (ver imagen 31)

Imagen 31. *Gráfico de Relación entre dB y mV*



Nota: La imagen muestra la lectura inicial de un valor mediante un microcontrolador.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

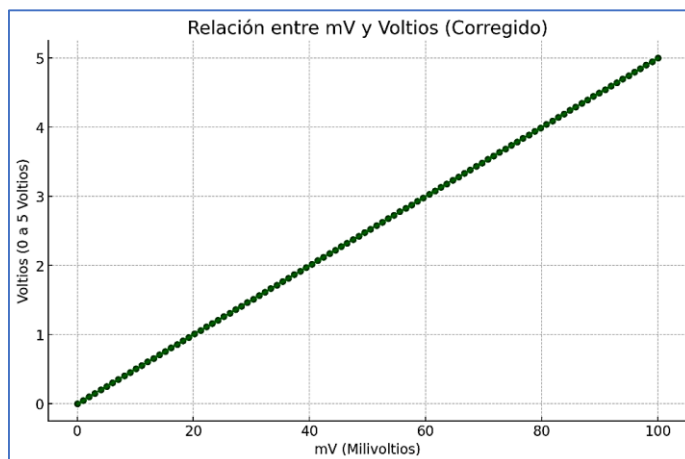
Para la conversión de la señal se usa un amplificador operacional que ajusta la señal del sonómetro al rango de entrada analógica del Arduino, debe estar en el rango de 0 y 5 voltios, para proceder a su lectura de forma eficiente. El valor sentido es mínimo para la correcta lectura mediante un microcontrolador, por lo que es procedente mediante la operación realizar una corrección para que cumpla con el rango citado anteriormente, siendo necesario que el resultante de la gráfica corregida tenga resultados de cumplimiento satisfactorios. (ver imagen 32)

Es de indicar, que el circuito necesita contar con una protoboard o placa base para realizar las conexiones en las perforaciones y de los pines de la placa de Arduino; para conectar las luces LED's y codificar los colores en rojo, amarillo y verde, considerando los niveles de permisibilidad del ruido. (ver imagen 33)

Posteriormente, se procede a programar la, placa Arduino mediante la opción Arduino IDE, que es una programación basada en líneas de códigos. La programación Arduino es la

programación de un microcontrolador, que traduce las líneas de código de la tarea que se va a realizar leyendo los sensores y en función de la interacción del entorno.

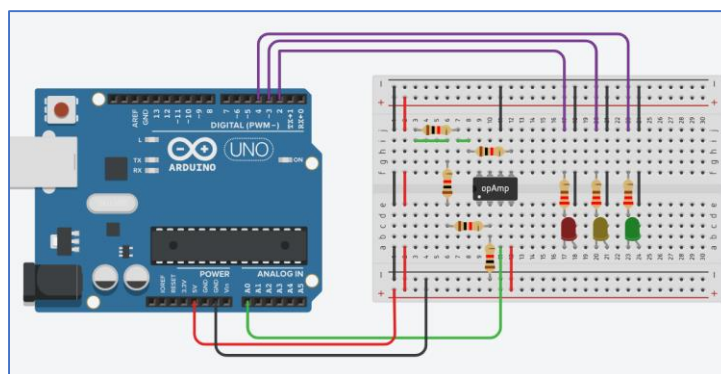
Imagen 32. *Gráfico Corregido de Valores entre mV y Voltios*



Nota: La imagen muestra la lectura final de un valor corregido mediante un microcontrolador.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

Imagen 33. *Tarjeta Arduino Uno*



Nota: La imagen muestra la tarjeta Arduino que configura los pines de la placa.

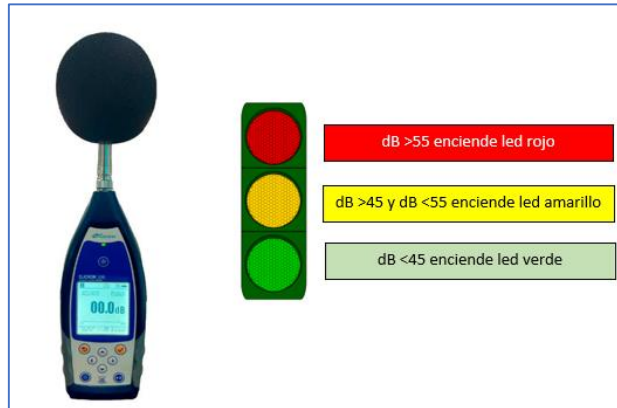
Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

4.3.4. Programación de Arduino

La programación establece umbrales de decibelios dB específicos por cada LED, de manera que al superar ciertos niveles de ruido programados se iluminan las fuentes o focos emulando un semáforo, brindando una indicación visual inmediata para conocer si el ambiente se encuentra en

niveles de ruido permisibles en color verde, medianamente permisibles en color amarillo o peligrosamente altos en color rojo. (ver imagen 34)

Imagen 34. *Umbrales de Colores del Semáforo Ruido.*



Nota: La imagen muestra el uso del sonómetro y los umbrales de colores a usar para el prototipo del semáforo experimental ruido.

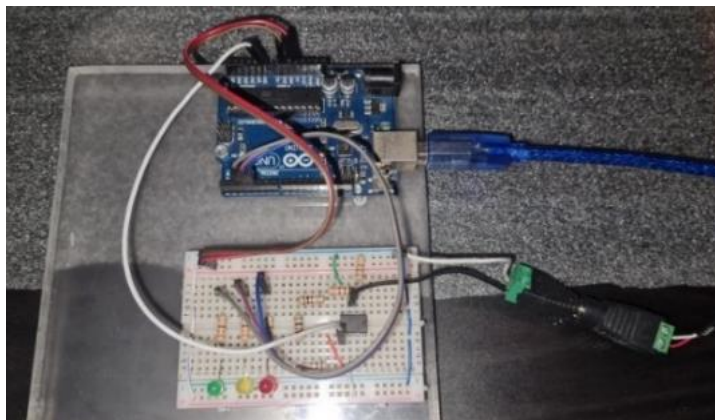
Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

El código programado en Arduino es importante y fundamental, ya que no solo captura datos, sino que los convierte en voltaje a dB mediante cálculos matemáticos empleando la librería math de Arduino, implicando calcular el logaritmo del voltaje sentido respecto al valor de la referencia lo que permite obtener una medida en dB del nivel sonoro ambiental. (ver anexo 4)

4.3.5. Verificación de Datos con el Sistema de Control

El sistema de control de ruido fue diseñado y construido, con todos sus componentes y partes; basados en la aplicación de conceptos básico de electrónica y finalmente, fue probado satisfactoriamente para su uso e implementación en el centro de estudios. (ver imagen 35)

Imagen 35. *Prototipo Resultante Experimental*



Nota: La imagen muestra la parte interna del prototipo del semáforo experimental ruido.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2023).

Previo al proceso de experimentación se comprobó que exista una armonización de los datos obtenidos por el sonómetro con el Sistema de Control, verificando que todos los valores eran muy bien representados por el semáforo, lo que evidencia que el programa funciona de manera efectiva, por lo cual se procedió a realizar las pruebas experimentales.

4.3.6. Resultados de la Experimentación

4.3.6.1. Resultados en el área del Laboratorio.

Se experimentó con el prototipo en el área de laboratorio de Química durante la materia de Tecnología del Agua en el horario de 07H30 a 10H30 (ver imagen 36), se explicó a los estudiantes sobre el ensayo y se ejecutaron pequeñas pruebas en la que los estudiantes pudieron verificar el impacto de la presión sonora al que estaban sometidos por las diversas acciones inadecuadas que se ejecutaban en el laboratorio lo que era evidenciado por el Sistema de Control. Una vez conocido esto los estudiantes se sorprendieron al reconocer el nivel de impacto por ruido y expresaron felicitaciones indicando que se ve muy interesante y que sería buena idea instalarlo en las aulas y en las diferentes áreas de la universidad para que los estudiantes se auto regulen minimizando la

generación de ruido hasta niveles moderados. Durante el desarrollo del experimento los estudiantes procedieron a modificar su conducta inapropiada, lo que beneficio en un nivel de ruido moderado. El equipo fue ubicado de manera estratégica para que no afectar la normal movilidad de los estudiantes durante el desarrollo de la práctica. (ver tabla 23 & 24)

Imagen 36. Evidencias de la Experimentación en el Área de Laboratorio



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en el laboratorio de química. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024)

Tabla 23. Laboratorio de Química Explicación.

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Conducta habitual	X		
Dejar abierta la puerta	X		
Cerrar la puerta de manera inadecuada	X		
Hablar más de una persona	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Gritos	X		
Arrastre de sillas	X		
Ruido de celular	X		
Dejar abierta la válvula del agua sin uso	X		
Caida del agua de manera directa en el lavadero	X		
Traslado de materiales	X		
Risas y Carcajadas	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en el laboratorio de química. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 24. Laboratorio de Química Experimentación

Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Cambio de conducta		X	
No dejar la puerta abierta		X	
Cerrar la puerta sin tirarla		X	
No gritaban		X	
No hablaban al mismo tiempo		X	
No arrastraban las sillas		X	
En silencio los celulares		X	
Cerrar la válvula del agua cuando está sin uso		X	
Caída indirecta del agua en el lavadero		X	
Traslado de materiales		X	
Se apago el equipo de climatización para prueba		X	
Sonreír apropiadamente		X	

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel moderado de ruido en el laboratorio de química. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

4.3.6.2. Resultados en el área de Dirección de Carrera.

Al comprobar con el prototipo en el área de dirección de carrera de ingeniería ambiental donde se realizaba actividades administrativas en el horario de 09H30 a 11H30 (ver Imagen 37), logramos notar la presencia de ruido de docente que realizaban sus actividades rutinarias, se procedió a ejecutar pruebas con el sistema de control de ruido en la que los docentes pudieron observar el constante cambio de luz que producía el semáforo, rápidamente surgieron dudas del porque la luz roja y a que se debía. Se explicó a detalle nuestro programa, concientizando un poco sobre el impacto de la presión sonora al que estaban sometidos por las diversas acciones inadecuadas que se ejecutaba en ese preciso momento y se mencionó los riesgos que esta causaba. Una vez mencionado esto los docentes realizaban sus actividades de una manera adecuada y expresaron felicitaciones, algunos indicando opiniones que servirían como mejora para nuestro proyecto experimental. De la misma manera que el laboratorio de química, el equipo fue ubicado

de manera estratégica para que no afectar la normal movilidad de los docentes durante el desarrollo de la práctica. (ver tabla 25 & 26)

Imagen 37. Evidencia de la Experimentación en el Área de Dirección de Carrera



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en dirección de carrera de ingeniería ambiental. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024)

Tabla 25. Dirección de Carrera Explicación

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Reuniones administrativa	X		
Actividad de los estudiante	X		
Ruido de llamadas constante	X		
Cerrar la puerta de manera inadecuada	X		
Hablar más de una persona	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Gritos	X		
Conversación de los profesores	X		
Arrastre de sillas	X		
Ruido de celular	X		
Traslado de materiales	X		
Risas y Carcajadas	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en Dirección de carrera. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 26. Dirección de Carrera Experimentación

Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Reuniones administrativa adecuada		X	
Actividad moderada de los estudiantes		X	
Visita de personas de forma ordenada		X	
Cerrar la puerta sin tirarla		X	
Conversación adecuada de los profesores		X	
No gritaban		X	
No hablaban al mismo tiempo		X	
No arrastraban las sillas		X	
En silencio los celulares		X	
Traslado de materiales		X	
Se apago el equipo de climatización para prueba		X	
Sonreír apropiadamente		X	

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel moderado de ruido en dirección de carrera. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

4.3.6.3. Resultados en el área de Recepción.

Se probó el prototipo en el área de recepción donde inicialmente se presentaba un pequeño evento de Don Bosco (ver Imagen 38). Docentes, estudiantes y el personal administrativo hacían participe de la actividad que se presentaba en ese momento, inmediatamente se procedió a ejecutar las pruebas con el sistema de control de ruido en la que se observó que el semáforo se mantenía con la luz roja que significaba que existía la presencia de niveles muy alto de ruido, algunos estudiantes se acercaron a preguntar sobre la actividad que estábamos realizando y que era el equipo que teníamos a nuestra disposición, se explicó un poco nuestro trabajo experimental, aunque a muchas personas no le causaba interés y seguían con sus actividades. (ver tabla 27 & 28)

Imagen 38. Evidencia de la Experimentación en el Área de Recepción



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en la recepción.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

Sin embargo, algunas personas si tomaron conciencia sobre las causas que produce estar sometido a un alto nivel de ruido y los cambios de hábitos fueron notorios, incluso un padre de familia nos contó que él tenía conocimiento del tema porque él se sometía constantemente al ruido ya que trabaja en una mecánica y que tenía constante dolores de cabeza y estrés, también nos mencionó que le parece muy interesante nuestro proyecto. De la misma manera que en dirección de carrera, el equipo fue ubicado de manera estratégica para no afectar la normal movilidad de los docentes durante el desarrollo de la práctica.

Tabla 27. Recepción Explicación

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Conducta habitual	X		
Ruido de los televisores	X		
Cerrar la puerta de manera inadecuada	X		
Conversación de los visitantes	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Gritos del personal de administración	X		
Maquina de café	X		
Ruido de teléfonos	X		
Visitantes en espera	X		
Ruido del acensor	X		
Traslado de materiales	X		
Actividad administrativa	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en recepción.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 28. Recepción Experimentación

Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo	Amarillo	Verde
Conducta habitual	X		
Ruido de los televisores	X		
Conversacion moderada de los visitantes	X		
No gritaban	X		
No hablaban al mismo tiempo	X		
Adecuada habla en visitantes en espera	X		
Dispositivos electrónicos en silencio	X		
Maquina de café	X		
Cerrar la puerta de manera adecuada	X		
Traslado de materiales	X		
Equipo de climatización prendido	X		
Actividad administrativa adecuada	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en recepción.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

4.3.6.4. Resultados en el área del Bar Principal.

Al verificar el prototipo en el área del Bar en el horario de 10:00 am, se apreció que el ruido puede ser una parte integral de la atmosfera ya que es el lugar de recreación de la universidad (ver Imagen 39), música alta transmitida por parlantes, docentes y alumnos conversando, algunos saludos con gritos en fin un sin número de actividades que genera ruido como normalmente se

aprecia a diario pero más allá de todo eso es importante mantener un equilibrio para garantizar que los clientes puedan disfrutar de su experiencia sin que el ruido sea abrumador. Se comenzó a efectuar las pruebas con el sistema de control de ruido en la que en efecto los niveles de ruido que se generaba en el bar sobrepasaban los 55 dB, las personas presentes pudieron apreciar la luz roja produciendo así un tipo de interés a algunos estudiante y docentes donde se le hablo un poco sobre el sistema de control, aunque la mayoría solo observaban desde lejos y seguían en la actividad que realizaban. (ver tabla 29 & 30)

Imagen 39. *Evidencia de la Experimentación en el Área del Bar Principal*



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en el bar.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

Tabla 29. Bar Principal Explicación

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Reproducción de música en parlante	X		
Conversación de los estudiantes	X		
Preparación de alimentos	X		
Caída de agua en lavadero	X		
Ruido de los celulares	X		
Conducta habitual	X		
Dejar abierta la puerta	X		
Gritos producidos por la vendedora de alimentos	X		
Hablar más de una persona	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Gritos de estudiantes y docentes	X		
Arrastre de sillas y mesas	X		
Ruido de las laptops de los estudiantes	X		
Saludos con gritos	X		
Caída del agua de manera directa en el lavadero	X		
Sonidos de vajillas y cubiertos	X		
Risas y Carcajadas	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en el Bar principal. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 30. Bar Principal Experimentación

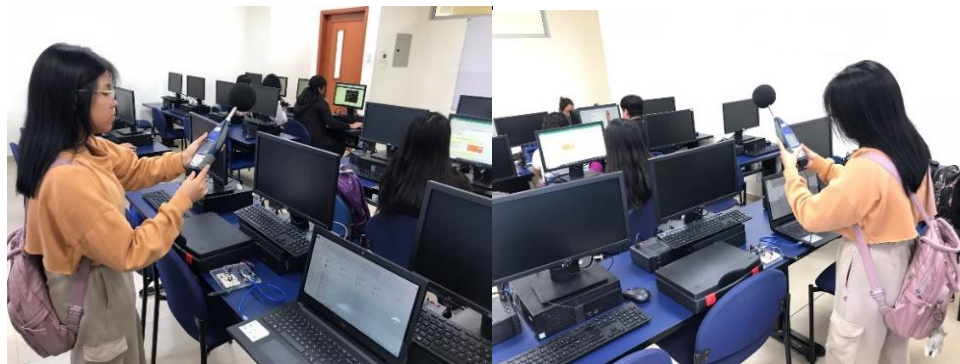
Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo	Amarillo	Verde
Reproduccion de música en parlante	X		
Conversacion de los estudiantes de manera adecuada	X		
En silencio los celulares	X		
Caída indirecta del agua en el lavadero	X		
Conducta habitual	X		
No dejar la puerta abierta	X		
No gritaban	X		
Hablaban al mismo tiempo	X		
No arrastraban las sillas	X		
Gritos producidos por la vendedora de manera moderada	X		
Gritos de estudiantes y docentes	X		
Saludos adecuados	X		
Se apago el equipo de climatización para prueba	X		
Sonreir apropiadamente	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en el Bar principal. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

4.3.6.5. Resultados en el área de Laboratorio A1.

Al experimentar con el prototipo en el área de laboratorio A1, durante la materia de informática a las 9:30 a 10:30 (ver Imagen 40) en el laboratorio no había muchos estudiantes por lo que notamos que la bulla era provocada por las computadoras encendidas, proyector, equipo de climatización y por el nivel de voz que transmitía la docente al momento de impartir su clase.

Imagen 40. Evidencias de la Experimentación en el Área del Laboratorio A1



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en el laboratorio A1.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

En el momento que ingresamos con el prototipo, el interés por los estudiantes era muy evidente, se explicó el funcionamiento del semáforo y que significaba cada luz siendo énfasis en las causas que produce si no se toma medidas necesarias para un control moderado de ruido. Se generó conciencia y además se informó más sobre el tema de ruido ya que nos supieron decir que desconocían un poco del tema, aunque era muy interesante. El equipo fue ubicado en un lugar adecuado para no afectar con las actividades que se realizaba en ese momento. (ver tabla 31 & 32)

Tabla 31. Laboratorio A1 Explicación

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Conducta habitual	X		
Dejar abierta la puerta	X		
Cerrar la puerta de manera inadecuada	X		
Hablar más de una persona	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Gritos	X		
Arrastre de sillas	X		
Ruido de celular	X		
Volumen alto en las computadoras	X		
Ruido de videos en el proyector	X		
Traslado de materiales	X		
Risas y Carcajadas	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en el laboratorio A1. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 32. Laboratorio A1 Experimentación

Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Cambio de conducta		X	
No dejar la puerta abierta		X	
Cerrar la puerta sin tirarla		X	
No gritaban		X	
No hablaban al mismo tiempo		X	
No arrastraban las sillas		X	
En silencio los celulares		X	
Volumen bajo en las computadoras		X	
Ruido bajo de vídeos en el proyector		X	
Traslado de materiales		X	
Se apago el equipo de climatización para prueba		X	
Sonreir apropiadamente		X	

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel moderado de ruido en el laboratorio A1. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

4.3.6.6. Resultados en el área del Piso 5.

Al comprobar el prototipo en el área del Piso 5 en el aula A-600 durante la carrera de Psicología en el horario de 10:30 a 13:30 (ver Imagen 41), se generaba muy poco ruido ya que los estudiantes realizaban una lección y lo que hacía bulla eran los equipos electrónicos como celulares, equipos de climatización y la computadora del docente, pero a pesar de eso surgieron dudas y comenzaron a cuestionarse los estudiantes, se respondieron algunas preguntas que nos hicieron los estudiante y docente.

Imagen 41. Evidencias de la Experimentación en el Área del Piso 5



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en el aula A-600.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

Una vez contestada las dudas ya culminadas la actividad que realizaban supieron mantener una conducta adecuada en ese momento. Aunque el prototipo se mantuviera en constante variación entre el rojo y amarillo, de la misma manera el equipo fue ubicado en un punto estratégico para no perturbar la actividad que se realizan. (ver tabla 33 & 34)

Tabla 33. Aula A-600 Explicación

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Actividad de los profesores	X		
Conducta habitual	X		
Conversación de los estudiante	X		
Dejar abierta la puerta	X		
Ruido de la computadora y proyector	X		
Cerrar la puerta de manera inadecuada	X		
Hablar más de una persona	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Ruidos externos	X		
Gritos	X		
Arrastre de sillas y mesas	X		
Ruido de dispositivos electrónicos	X		
Traslado de materiales	X		
Risas y Carcajadas	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en el piso 5.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 34. Aula A-600 Experimentación

Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Actividad de los profesores adecuada		X	
Cambio de conducta		X	
Conversación de estudiante moderada		X	
No dejar la puerta abierta		X	
Computadora y proyector apagado para prueba		X	
Cerrar la puerta sin tirarla		X	
No gritaban		X	
No hablaban al mismo tiempo		X	
No arrastraban las sillas y mesas		X	
En silencio los dispositivos electrónicos		X	
Traslado de materiales		X	
Se apago el equipo de climatización para prueba		X	
Sonreir apropiadamente		X	

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel moderado de ruido en el piso 5. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

4.3.6.7. Resultados en el área del Piso 4.

Al probar el prototipo en el área del Piso 4 en el aula A-509 durante la carrera de Derecho con la materia de matemática el horario de 09:30 a 11:30 (ver Imagen 42), desde la parte externa del aula se escuchaba grito tanto de los estudiante como del docente, cuando ingresamos en efecto, era la participación de los estudiante en el pizarrón, pedimos que sigan con sus actividades normales mientras nosotros realizábamos las respectivas muestras, pero hubieron estudiante que si observaron el prototipo y se preguntaron del porque la variación de colores en el cual se respondieron algunas dudas rápidamente.

Imagen 42. *Evidencias de la Experimentación en el Área del Piso 4*



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en el aula A-509.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

El comportamiento de los estudiantes y docente continuó siendo la misma, todos hablando al mismo tiempo, pero esta vez con un tono más bajo, de la misma manera el equipo fue ubicado en un punto estratégico para no perturbar la actividad que se realizan. (ver tabla 35 & 36)

Tabla 35. Aula A-509 Explicación

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Actividad de los profesores	X		
Conducta habitual	X		
Conversación de los estudiante	X		
Dejar abierta la puerta	X		
Ruido de la computadora y proyector	X		
Cerrar la puerta de manera inadecuada	X		
Hablar más de una persona	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Ruidos externos	X		
Gritos	X		
Arrastre de sillas y mesas	X		
Ruido de dispositivos electrónicos	X		
Traslado de materiales	X		
Risas y Carcajadas	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en el piso 4.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 36. Aula A-509 Experimentación

Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Actividad de los profesores adecuada		X	
Cambio de conducta		X	
Conversación de estudiante moderada		X	
No dejar la puerta abierta		X	
Computadora y proyector apagado para prueba		X	
Cerrar la puerta sin tirarla		X	
No gritaban		X	
No hablaban al mismo tiempo		X	
No arrastraban las sillas y mesas		X	
En silencio los dispositivos electrónicos		X	
Traslado de materiales		X	
Se apagó el equipo de climatización para prueba		X	
Sonreír apropiadamente		X	

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel moderado de ruido en el piso 4. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

4.3.6.8. Resultados en el área del Piso 3.

Al probar el prototipo en el área del Piso 3 en el aula A-401 durante la carrera de Psicología con la materia de Ingles el horario de 09:30 a 11:30 (ver Imagen 43), cuando ingresamos con el equipo la docente nos pidió que no interrumpamos su clase porque es una materia que es vista pocas veces a la semana y necesitaba seguir su cronograma de clase, nosotros continuamos a tomar las muestras como normalmente lo hacemos pero notamos que si tenían un comportamiento adecuado en el aula, respetando su turno de interactuar en clase y la docente impartía su clase con un tono de voz adecuado, una vez tomada las muestras procedimos a retirarnos sin antes agradecer el buen comportamiento que tenían, el equipo fue ubicado en un punto estratégico para no interrumpir la clase del docente. (ver tabla 37 & 38)

Imagen 43. *Evidencias de la Experimentación en el Área del Piso 3*



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en el aula A-401.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

Tabla 37. Aula A-401 Explicación

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Actividad de los profesores	X		
Conducta habitual	X		
Conversación de los estudiante	X		
Dejar abierta la puerta	X		
Ruido de la computadora y proyector	X		
Cerrar la puerta de manera inadecuada	X		
Hablar más de una persona	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Ruidos externos	X		
Gritos	X		
Arrastre de sillas y mesas	X		
Ruido de dispositivos electrónicos	X		
Traslado de materiales	X		
Risas y Carcajadas	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en el piso 3.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 38. Aula A-401 Experimentación

Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Actividad de los profesores adecuada		X	
Cambio de conducta		X	
Conversación de estudiante moderada		X	
No dejar la puerta abierta		X	
Computadora y proyector apagado para prueba		X	
Cerrar la puerta sin tirarla		X	
No gritaban		X	
No hablaban al mismo tiempo		X	
No arrastraban las sillas y mesas		X	
En silencio los dispositivos electrónicos		X	
Traslado de materiales		X	
Se apagó el equipo de climatización para prueba		X	
Sonreír apropiadamente		X	

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel moderado de ruido en el piso 3. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

4.3.6.9. Resultados en el área del Piso 2.

Al probar el prototipo en el área del Piso 2 en el aula A-308 durante la carrera de Economía el horario de 09:30 a 11:30 (ver Imagen 44), Aún el docente no se encontraba en el aula por lo que pedimos a los estudiante un poco de su atención, mientras algunos se quedaban otros salían y

conversaban hasta esperar al docente, se realizaron las pruebas con el sistema de control donde hubo un grupo de estudiantes que nos preguntaban qué es lo que hacíamos y para que servía el equipo, nosotros le explicamos brevemente sobre lo que estamos expuesto a diario y las causa que esto provoca si no se mejora el hábito de generar ruido, una vez ya terminado de explicar, los estudiantes que escucharon la información que compartimos, fueron ellos mismo que corregían el comportamiento de otro, como decir que no griten, que no tiren la puerta, que no muevan las sillas, etc. Actividades que generaban un nivel alto de ruido y que se las podían realizar de una forma adecuada, ya culminada las pruebas procedimos a retirarnos para que el docente que ya había llegado pueda impartir su clase. (ver tabla 39 & 40)

Imagen 44. *Evidencias de la Experimentación en el Área del Piso 2*



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en el aula A-308.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

Tabla 39. Aula A-308 Explicación

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Actividad de los profesores	X		
Conducta habitual	X		
Conversación de los estudiante	X		
Dejar abierta la puerta	X		
Ruido de la computadora y proyector	X		
Cerrar la puerta de manera inadecuada	X		
Hablar más de una persona	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Ruidos externos	X		
Gritos	X		
Arrastre de sillas y mesas	X		
Ruido de dispositivos electrónicos	X		
Traslado de materiales	X		
Risas y Carcajadas	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en el piso 2.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 40. Aula A-308 Experimentación

Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Actividad de los profesores adecuada		X	
Cambio de conducta		X	
Conversación de estudiante moderada		X	
No dejar la puerta abierta		X	
Computadora y proyector apagado para prueba		X	
Cerrar la puerta sin tirarla		X	
No gritaban		X	
No hablaban al mismo tiempo		X	
No arrastraban las sillas y mesas		X	
En silencio los dispositivos electrónicos		X	
Traslado de materiales		X	
Se apago el equipo de climatización para prueba		X	
Sonreír apropiadamente		X	

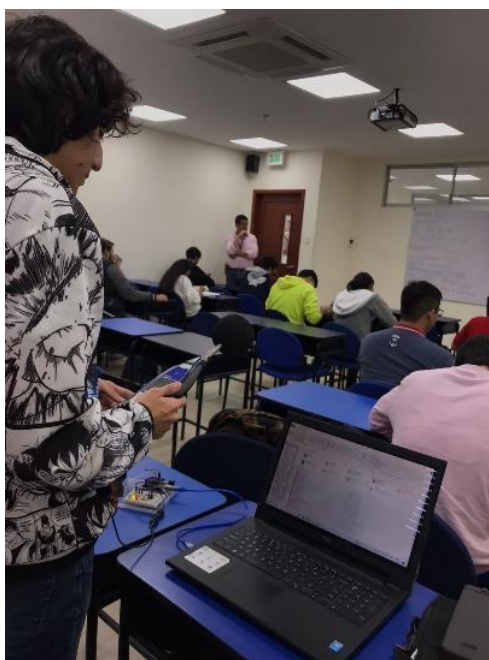
Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel moderado de ruido en el piso 2. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024)

4.3.6.10. Resultados en el área del Piso 1.

Al experimentar con el prototipo en el área del Piso 1 en el aula A-213 durante la carrera de Biotecnología con la materia de biología en el horario de 09:30 a 11:30 (ver Imagen 45). Los estudiantes se encontraba en un debate dinámico relacionado con la clase, comenzamos a tomar las pruebas con el sistema de control y los niveles de ruido eran muy altos, el docente nos cedió

unos minutos de su clase para explicar un poco nuestra trabajado experimenta además que el docente conocía del tema, comentamos también los malos hábitos que rutinariamente tenemos y el docente también expreso sus opiniones frente a su clase, hubieron varias preguntas y felicitaciones por parte del docente del cual expreso felicidad al saber que se puede optimizar esos malos hábitos con un comportamientos adecuado. (ver tabla 41 & 42)

Imagen 45. *Evidencia de la Experimentación en el Área del Piso 1*



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en el aula A-213.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

Tabla 41. Aula A-213 Explicación

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Actividad de los profesores	X		
Conducta habitual	X		
Conversación de los estudiante	X		
Dejar abierta la puerta	X		
Ruido de la computadora y proyector	X		
Cerrar la puerta de manera inadecuada	X		
Hablar más de una persona	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Ruidos externos	X		
Gritos	X		
Arrastre de sillas y mesas	X		
Ruido de dispositivos electrónicos	X		
Traslado de materiales	X		
Risas y Carcajadas	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en el piso 1.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 42. Aula A-213 Experimentación

Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Actividad de los profesores adecuada		X	
Cambio de conducta		X	
Conversación de estudiante moderada		X	
No dejar la puerta abierta		X	
Computadora y proyector apagado para prueba		X	
Cerrar la puerta sin tirarla		X	
No gritaban		X	
No hablaban al mismo tiempo		X	
No arrastraban las sillas y mesas		X	
En silencio los dispositivos electrónicos		X	
Traslado de materiales		X	
Se apago el equipo de climatización para prueba		X	
Sonreír apropiadamente		X	

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel moderado de ruido en el piso 1. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

4.3.6.11. Resultados en el Área Central.

Al probar con el prototipo en el área central en la hora de salida en la jordana matutina (13:30) (ver Imagen 46).

Imagen 46. *Evidencia de la Experimentación en el Área Central*



Nota: La imagen muestra evidencia fotográfica de la experimentación en el área central.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

La aglomeración de los estudiantes y docentes en el pasillo incrementa los niveles de ruido tanto por los gritos, los pasos al caminar y al correr, los celulares que emitían sonidos de música, docentes hablando por teléfonos, aunque hubieron estudiantes que al ver la luz roja en el semáforo fueron bajo sus niveles de ruido y también un docente que le llamo mucho la atención el sistema de control, preguntándonos cuál era la funcionalidad de la misma, en el cual se explicó a detalle las causas y como generaríamos conciencia sobre el tema del ruido, el equipo fue ubicado en un lugar estratégico donde los estudiantes que se dirigía a la puerta de salida pudieran ver el prototipo. (ver tabla 43 & 44)

Tabla 43. Área Central Explicación

Resultados durante la explicación del experimento			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Ruido de ascensores	X		
Conducta habitual	X		
Conversación de los estudiante	X		
Ruido de los pasos al caminar	X		
Ruido de televisores	X		
Cerrar la puerta de manera inadecuada	X		
Hablar más de una persona	X		
Ruido del equipo de climatización	X		
Ruidos externos	X		
Saludos con gritos	X		
Conversaciones de los docentes	X		
Ruido de dispositivos electrónicos	X		
Traslado de materiales	X		
Risas y Carcajadas	X		

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel alto de ruido en el área central. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024).

Tabla 44. Área Central Experimentación

Resultados durante el proceso de Experimentación			
Actividad	Rojo (Alto)	Amarillo (Moderado)	Verde (Normal)
Cambio de conducta		X	
Conversación de estudiante moderada		X	
No dejar la puerta abierta		X	
Pasos al caminar de forma adecuada		X	
Cerrar la puerta sin tirarla		X	
No gritaban		X	
No hablaban al mismo tiempo		X	
En silencio los dispositivos electrónicos		X	
Traslado de materiales		X	
Se apago el equipo de climatización para prueba		X	
Sonreír apropiadamente		X	

Nota: La imagen muestra los resultados de las actividades con nivel moderado del área central.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024).

4.3.7. Discusión

En muchos países del mundo se han adoptado estrategias para combatir el problema del ruido. En nuestro país, se ha evidenciado la poca importancia y concientización de la población; y debido a que las consecuencias en la salud no son inmediatas hay poco interés, para la búsqueda de soluciones.


La hipoacusia, es la pérdida o lesión del oído interno causado por el ruido. La exposición prolongada al ruido tiene efectos nocivos en la salud humana, debido a que puede producir incapacidad para la comunicación, socialización y resulta un coste elevado para su tratamiento.

Dentro de este marco de ideas, la implementación de semáforos ruido como sistemas de control de contaminación acústica es de suma importancia, ya que abarca el campo de la investigación en lo que a técnica de inteligencia artificial se refiere, permitiendo introducir el conocimiento humano para la resolución de problemas.

De esta manera, se cree necesario implementar prototipos de sistemas de control de ruido bajo el concepto de lógica difusa y monitoreo que alerten sobre la peligrosidad de recibir niveles exagerados de presión sonora en las diversas actividades que se realizan en los centros educativos.

4.3.8. Resultados de Ruido en las Diversas Áreas del Campus María Auxiliadora

Imagen 47. Ruido Resultante basado en Escala de Colores



LMP (dB)	Área	Con Estudiantes		Sin Estudiantes
		Matutina	Vespertina	Matutina
Mayor a 55 dB	Bar Principal	78,07	70,99	52,14
	A-600	55,42	56,12	48,28
	A-509	59,02	56,29	40,70
Entre 45 a 55 dB	A-401	57,86	53,78	44,72
	A-308	62,02	55,21	40,12
	A-213	70,66	54,52	40,79
	Recepción	71,85	61,36	49,03
	Dir.de Carrera	56,80	55,00	44,79
Menora 45 dB	Lab. A1	52,54	56,98	47,55
	Lab. Quím.	58,89	58,03	56,26
	Promedio Total	62,31	57,83	46,44

Nota: La imagen muestra los resultados de ruido en dB por escala de color tipo semáforo de las diversas áreas del Campus María Auxiliadora.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024).

4.3.9. Resultados de la Comprobación de la Hipótesis

4.3.9.1. Hipótesis General.

La prueba T de Welch para dos muestras independientes es el análisis estadístico utilizado para validar nuestra hipótesis.

Ho: ¿La construcción de un sistema de comunicación visual permitirá controlar la contaminación acústica?

H1: \neg Ho

H0: $UR \geq Ua$

Ha: $UR < Ua$

NR= 13 $\bar{x}R= 13.38462$ var R= 2.089744

NA= 11 $\bar{x}A= 12.54545$ var A= 0.4727273

R<-c(12,12,12,12,17,13,12,14,14,14,14,14,14)

A<-c(12,12,12,13,13,13,13,13,13,13,11)

length(R)

length(A)

mean(R)

mean(A)

var(R)

var(A)

t.test(R,A,alternative= "less")

Welch Two Sample t-test

data: R and A

t = 1.8592, df = 17.751, p-value = 0.9602

alternative hypothesis: true difference in means is less than 0

95 percent confidence interval:

-Inf 1.62244

sample estimates:

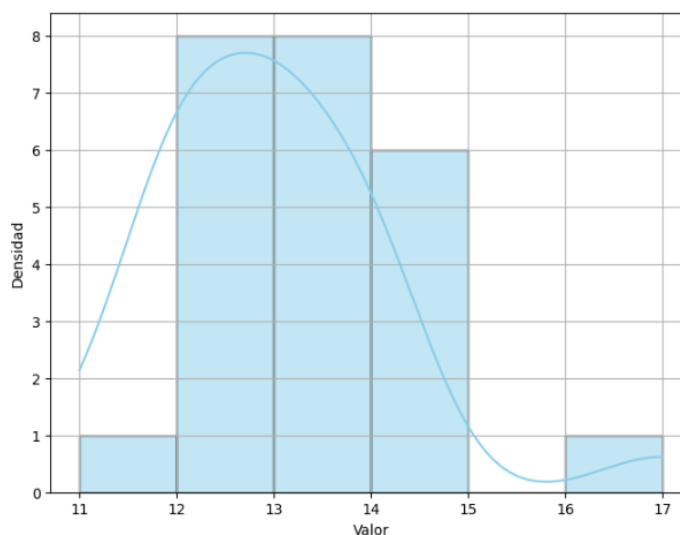
mean of x mean of y

13.38462 12.54545

El valor p (0.9602) es bastante grande según los valores de las muestras y los resultados del test t de Welch. Esto indica que la hipótesis nula no está respaldada por suficiente evidencia. En otras palabras, los datos recopilados indican que la construcción del sistema visual no ha tenido un impacto significativo en la reducción de la contaminación acústica.

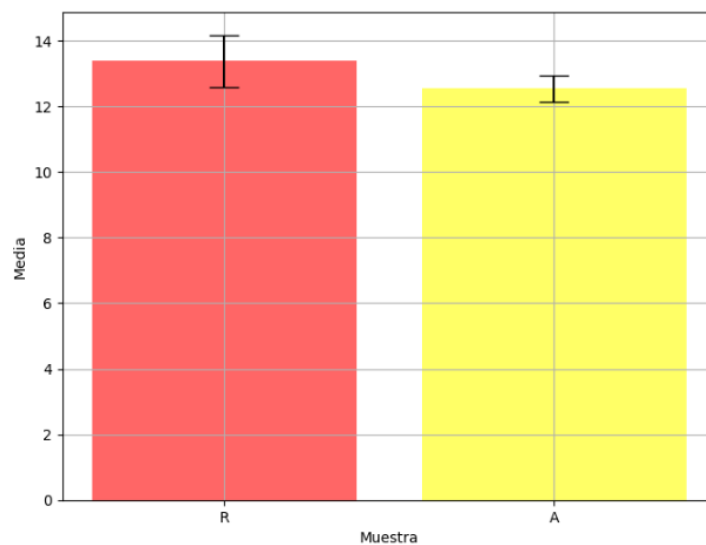
Según los datos y el análisis estadístico, se concluyó que la construcción del sistema de comunicación visual no parece haber reducido significativamente la contaminación acústica. (ver imagen 54 y 55)

Imagen 48. *Distribución de los Datos*



Nota: La imagen nos permite visualizar cómo se distribuyen nuestros datos y comprender su forma y dispersión. **Fuente de consulta:** autores del trabajo de titulación (2024)

Imagen 49. Comparación de las Medias de las Muestras R y A



Nota: La imagen facilita la interpretación de los resultados de nuestro análisis estadístico al mostrar claramente las medias de las muestras y sus intervalos de confianza.

Fuente de consulta: autores del trabajo de titulación (2024)

CAPÍTULO 5

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- El proceso investigativo de tipo experimental se desarrolló en el edificio principal del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil, ubicado en el Km. 19.5 de la vía a la Costa, sector de alta expansión y desarrollo.
- La investigación establece que los estudiantes y docentes, están expuestos a niveles de contaminación acústica no deseada y molesta; que ponen en riesgo la salud mental y auditiva, cuyo impacto afecta de forma negativa al proceso de aprendizaje en la institución educativa.
- El cálculo de la población, tamaño de la muestra y margen de error, permitió realizar la encuesta al número apropiado de estudiantes para tener un resultado eficaz.
- Según la encuesta, 329 estudiantes creen necesario se implemente estrategias y planes de acción, instalar material fonoabsorbente en paredes, colocar mapas de ruido señaléticos y instalación de un sistema de control para reducir los niveles de presión sonora.
- Las mediciones en decibeles dB para fuentes fijas de ruido FFR, se ejecutaron bajo las normativas vigentes en el país, considerando el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA y Acuerdo Ministerial 097-A.
- El monitoreo del ruido en los 11 puntos críticos en jornada diurna con el sonómetro, fueron por 4 días en 5 tomas de 15 segundos, con intervalos de tiempo para cada uno de los ambientes ubicados en los 6 pisos y planta baja, donde se realizan actividades académicas.

- El prototipo experimental para el control visual de ruido, represento con exactitud los valores medidos por el sonómetro de manera armónica.
- El trabajo del microcontrolador Arduino Uno, tradujo de manera efectiva la señal eléctrica del sonómetro, generando el mensaje correcto para el control de ruido.
- La programación establece umbrales de decibelios dB por cada LED según los niveles de ruido obtenidos, emula un semáforo que ayuda a visualizar al color verde para el nivel normal, amarillo para moderado y rojo para nivel alto.
- La experimentación de semáforos de ruido como sistemas de control de contaminación acústica, permitió reconocer el nivel de impacto negativo sonoro que genera la realización de las actividades diarias de manera inapropiada.
- El equipo de control permitió verificar que si es posible un cambio de conducta favorable en los estudiantes durante el desarrollo de sus actividades para minimizar el nivel de presión sonora.
- Durante la experimentación se verifico que el nivel de presión sonora se modificó desde nivel alto hasta nivel moderado, producto de la comunicación visual que mostraba en tiempo real el nivel de ruido.

5.2. Recomendaciones

- Las autoridades de la Universidad Politécnica Salesiana deben considerar la implementación del sistema de control de presión sonora con el fin de reducir los niveles de contaminación acústica al interior del Campus María Auxiliadora.
- Realizar conferencias, capacitaciones y charlas a estudiantes, docentes y personal administrativo sobre el impacto del ruido en las instituciones educativas. Además,

implementar señaléticas y mapas de ruido para concientizar lo importante del silencio.

- Mejorar la concentración para favorecer el proceso de aprendizaje y el rendimiento académico en el centro educativo, alcanzando niveles de emisión de ruido entre 25 a 40 decibelios dB con el fin de alcanzar el nivel acústico óptimo.
- Usar equipos y herramientas adecuadas para la medición del ruido. El sonómetro debe estar perfectamente calibrado y certificado, para obtener datos precisos para que la toma de muestra tenga validez.
- Identificar la fuente de ruido para establecer su investigación, determinar la problemática, aplicar los métodos técnicos y normativas para poder localizar los puntos críticos de muestreo para las mediciones del ruido.
- Comunicar los conocimientos desde diferentes puntos del aula de docencia para beneficiar a los estudiantes que ocupan las filas traseras; complementar la información de manera visual, digital o escrita para asegurar la comprensión del mensaje.
- Establecer periódicamente programas de mantenimiento preventivo de equipos; alejar las fuentes mayores de ruido de las zonas donde se realizan actividades académicas; colocar apantallamientos y cerramientos acústicos.
- Instalar materiales que absorban el ruido en paredes, techos y pisos; las puertas de acceso deben rellenarse con juntas de caucho; usar ventanas insonorizadas de doble acristalamiento para aislar el ruido del exterior.
- Cambiar el asfalto a de bajo ruido en la calzada; poner límites de velocidad mínimos para evitar acelerar, colocar silenciadores en los escapes de vehículos y buses, para minimizar el ruido por tráfico al interior de la universidad.

- Incorporar normativas ambientales para control y reducción del ruido al interior del centro educativo; designar un coordinador para hacer cumplir con las disposiciones y emitir llamados de atención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anguita, J., Repullo, J., & Donado, J. (2002). *La encuesta como técnica de investigación.Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de datos.* (CORE, Ed.) Madrid, España. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/82245762.pdf>
- Avilés, R., & Perera, R. (2017). *Manual de Acústica Ambiental y Arquitectónica.* Madrid, España: Ediciones Paraninfo, SA. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=FQgaDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Burneo, D. c. (2007). *Contaminación Ambiental por Ruido y Estrés en el Ecuador.* Quito, Ecuador: PUCE - UCE. Obtenido de https://edipuce.edu.ec/wp-content/uploads/2020/07/Contaminacion_ambiental_por_ruido_y_estres_en_el_Ecuador.pdf
- Carrión, A. (1998). *Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos.* Barcelona, España: Edicions UPC. Obtenido de https://www.google.com.ec/books/edition/Dise%C3%B1o_ac%C3%A1stico_de_espacios_arquitect/mceSsNa6U3IC?hl=es&gbpv=1&dq=sonometro&pg=PA41&printsec=frontcover
- Castilla, N., Llinares, C., Bisegna, F., & Gimenez, V. B. (1 de Agosto de 2018). *Web of Science.* Obtenido de Science Direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S027249441830094X?via%3Dihub>
- De Souza, T. B., Alberto, K. C., & Barbosa, S. A. (21 de Noviembre de 2019). Evaluación de la Contaminación Acústica en Relación a la Percepción Humana en un Campus Universitario en Brasil. *ELSEVIER*, pág. 13.

Duque Aldaz, F. J., Pérez Benítez, H. A., Fierro Aguilar, J. P., & Tobar Farías, G. W. (2021).

Contaminación Acústica una Introducción al Ruido y al Sonido. Babahoyo, Ecuador:

CIDEPRO. Obtenido de

<https://libros.cidepro.org/index.php/cidepro/catalog/view/40/35/122>

Echeverri, C., & González, A. (2011). Protocolo para Medir la Emisión de Ruido generado por

Fuentes Fijas. Obtenido de

file:///C:/Users/Wajo/Downloads/Protocolo_para_medir_la_emision_de_ruido_generado_.pdf

Ecophon. (2022). *Impacto del Ruido en la Educación*. SAINT-GOBAIN. Obtenido de

https://www.ecophon.com/globalassets/media/pdf-and-documents/es/education-launch-2022/es_-ecophonresearch-summary-education.pdf/

Huang, X., Liu, J., & Meng, Z. (14 de Julio de 2022). *Web Of Science*. Obtenido de MDPI:

<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/14/8613>

Kjær, & Brüel. (2000). *Ruido Ambiental*. Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S.

Obtenido de <https://www.bksv.com/media/doc/br1630.pdf>

Ljiljana, R., & Slavik, J. (01 de Junio de 2009). *Web of Science*. Obtenido de doiSerbia:

<https://doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0354-51800902056R>

Monroy, M. M. (2006). *Manual del Ruido*. Palmas de Gran Canaria, España: Ayuntamiento de

las Palmas de Gran Canaria. Obtenido de

<https://m2db.files.wordpress.com/2014/09/manual-4-ruido.pdf>

Onchang, R., & Hawker, D. W. (2018). Exposición al ruido comunitario y molestias,

interferencia en la actividad y rendimiento académico entre estudiantes universitarios.

Noise & Health, 94.

- Parra, P. C., & Ruiz, M. C. (2018). *¿Qué sabemos de? El Ruido*. Madrid, España: CSIC - Catarata. Obtenido de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/41922>
- Sahmurova, A., Balkaya, N., & Alpar, G. (19 de Marzo de 2021). *Web Of Science*. Obtenido de Google Scholar: https://www.researchgate.net/profile/Naeem-Hussain-3/publication/368442542_ASSESSMENT_OF_PHYSICO-CHEMICAL_AND_MICROBIAL_PARAMETERS_OF_DIFFERENT_SUPPLIES_OF_WATER_IN_KOH-E-SULEMAN_DERA_GHAZI_KHAN_PUNJAB_PAKISTAN/Links/63e7a6ddc002331f726fc51b/ASSESSMENT-OF
- Smith, E. T. (2021). *Acoustics 101: Guía Práctica para la Construcción de un Espacio Acústico*. (M. Acoustics, Ed.) Barcelona, España. Obtenido de <https://masacoustics.com/content/9-acoustics-101>
- Summan, A. S., Bartlett, K., Davies, H., & Koehoorn, M. (2020). Exposición al ruido entre los profesores de talleres educativos de tecnología en escuelas secundarias seleccionadas de Columbia Británica, Canadá. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 457-463.
- Tristán Hernández, E., Pavon García, I., Lopez Navarro, J. M., & Kolosovas Machuca, E. S. (25 de Mayo de 2016). *Web of Science*. Obtenido de Taylor & Francis Online: <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3106/wos/woscc/full-record/WOS:000375477200014?state=%7B%7D>
- WHO. (2011). *Contaminación por Ruido*. Alinory Madrid.

ANEXOS

Anexo No 1

Cronograma de trabajo

Cronograma de Trabajo de Titulación

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL																						
CRONOGRAMA DE TESIS EXPERIMENTAL PREVIA TITULACIÓN																						
"SISTEMA DE CONTROL DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA EN EL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL"																						
ITEM	FASES	DESCRIPCIÓN	2023											2024								
			OCT.	NOVIEMBRE					DICIEMBRE					ENERO				FEBRERO				MAR.
			4S	1 S	2S	3S	4S	5 S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	
1	1	INDUCCION																				
2	2	ELABORACION ANTEPROYECTO																				
3		REVISIÓN Y ENTREGA																				
4		APROBACIÓN																				
5		CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN																				
6		CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA																				
7		CAPITULO 3: MÉTODOS Y MATERIALES																				
8		CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN																				
9		CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																				
10		REVISIÓN Y CORRECCIÓN																				
11		3	ENTREGA FINAL																			

Nota. La figura muestra las tres fases de elaboración de la tesis de titulación experimental y tiempo previstos de entrega. **Fuente de consulta:** creación propia del autor de la tesis (2023).

Anexo No 2

Presupuesto de Elaboración

Tabla de Presupuesto

Presupuesto de Elaboración de Tesis de Titulación

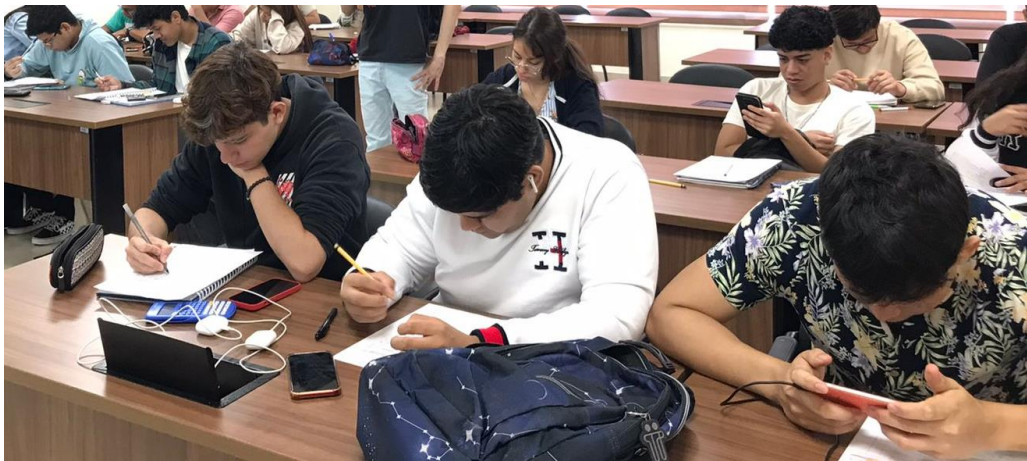
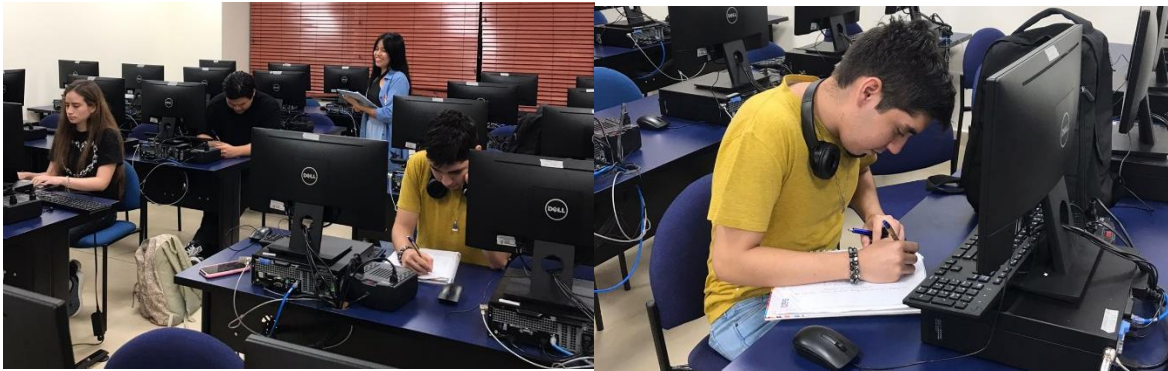
Ítem #	Recursos	Valores
1	Información bibliográficos	\$70,00
2	Equipos tecnológicos e instrumentos de medición	\$2.000,00
3	Movilidad, transporte	\$100,00
4	Servicios de internet	\$60,00
5	Materiales para documentación	\$30,00
6	Computadora y accesorios	\$40,00
7	Impresiones	\$40,00
8	Alimentación	\$80,00
9	Luz	\$70,00
10	Resaltadores	\$5,00
11	Elaboración del Sistema de Control Acústico	\$400,00
12	Capacitaciones de plataformas digitales	\$20,00
13	Otros gastos Adicionales	\$50,00
	Total	\$2965, 00

Nota: La tabla muestra los gastos que genera la tesis de titulación.

Fuente de consulta: creación propia del autor de la tesis (2023).

Anexo No 3

Fotos de la realización de la Encuesta



Anexo No 4

Códigos de Programación

Códigos de Programación

En primer lugar, se procede a programar las líneas de código, con el fin de iluminar las LED's secuencialmente como un semáforo, el sistema usa fuentes en colores rojo, amarillo y verde que representan diferentes niveles de ruido en decibeles dB. Para ello se configura la tarjeta Arduino IDE, que consta de dos secciones: setup, que configura los pines de la placa y loop, se introduce el código que se va a ejecutar.

Para la programación, al iniciar su ejecución el código del sistema declara la librería math y las variables para los LED's.

```
#include <math.h>
#define led_verde 2
#define led_amarillo 3
#define led_rojo 4
```

Luego, se declara el pin analógico y la referencia del voltaje a trabajar en este caso 5 voltios y la resolución para la precisión, que dependerá del modelo de sonómetro en este caso sería 0.002.

```
const int soundSensor = A0; // Pin analógico donde está conectado el sensor de sonido
const float referenceVoltage = 5.0; // Voltaje de referencia de Arduino
const float refValue = 0.002; // Valor de referencia para 0 dB (ajústalo según tu sensor)
```

Igualmente, se procede a declarar el método principal la declaración de los pines como salida y la comunicación.

```
void setup() {
  pinMode(led_verde, OUTPUT);
  pinMode(led_amarillo, OUTPUT);
  pinMode(led_rojo, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
```

En el código principal, se declara la conversión análoga para adquirir los datos sensados, luego se convierte dichos valores a datos de voltaje y se utiliza la formula $10\log$ o voltaje de referencia para su conversión a decibelios dB.

```
int sensorValue = analogRead(soundSensor);  
float voltage = sensorValue * (referenceVoltage / 1023.0);  
float dB = 20 * log10(voltage / refValue);
```

Finalmente, se realiza la comparación de acuerdo a los rangos establecidos para el encendido de las LED's.

```
if (dB < 50) {  
    digitalWrite(led_verde, HIGH);  
    digitalWrite(led_amarillo, LOW);  
    digitalWrite(led_rojo, LOW);  
}  
if ((dB > 50) && (dB < 60)) {  
    digitalWrite(led_verde, LOW);  
    digitalWrite(led_amarillo, HIGH);  
    digitalWrite(led_rojo, LOW);  
}  
if (dB > 60) {  
    digitalWrite(led_verde, LOW);  
    digitalWrite(led_amarillo, LOW);  
    digitalWrite(led_rojo, HIGH);  
}  
delay(100);
```