

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DE LA CONTAMINACION ACUSTICA EN LA SEDE  
CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR Y SUS  
ALREDEDORES

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE TRABAJO DE  
INVESTIGACION

PRESENTADO POR:

STEPHANY MARISOL FUENTES VELASQUEZ  
FATIMA SOFIA ZAYAS RODRIGUEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO (A) EN QUIMICA Y FARMACIA

MARZO 2023.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS BENITEZ

**SECRETARIO GENERAL**

MAESTRO FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANA**

LICDA. REINA MARIBEL GALDAMEZ

**SECRETARIA**

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

## **DIRECCIÓN DE PROCESOS DE GRADO**

### **DIRECTORA GENERAL**

MSc. Ena Edith Herrera Salazar.

### **TRIBUNAL EVALUADOR**

#### **ASESORES DE AREA EN: APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Licda. Ana Miriam Santamaría de Campos.

Dr. David Francisco Torres Romero.

### **DOCENTE ASESORA:**

Licda. Nurian Lisseth Pérez de Marín.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios primeramente por permitirnos, llevar a cabo nuestro trabajo de investigación, que será un peldaño más para poder culminar nuestra carrera universitaria, de igual forma a todos los que nos ayudaron a hacer posible este trabajo en especial a:

Nuestra asesora: Licda. Nurian Lisseth Pérez de Marín, por guiarnos durante todo este proceso, ayudarnos a realizar las mediciones y en el correcto manejo del instrumento y ayudarnos a solventar toda duda existente en nuestro trabajo de graduación, gracias por permitirnos realizar nuestro trabajo en el área de gestión ambiental y calidad ambiental.

Nuestro jurado calificador: Licda. Ana Miriam Santamaría de Campos y el Dr. David Francisco Torres Romero, por ayudarnos a enriquecer esta investigación, gracias por cada una de sus observaciones que nos brindaron las directrices para culminar esta investigación.

Directora general de proceso de grado: MSc. Ena Edith Herrera Salazar, por cada respuesta brindada a cada una de nuestras consultas, por sus observaciones de igual manera, y siempre estar atenta a nuestras solicitudes de defensa, gracias por su excelente trabajo.

Al coordinador de la Unidad Ambiental de la Universidad de El Salvador: Ing. Francisco Mendez, por brindarnos su apoyo y orientación en nuestra entrega del informe de esta investigación a dicha unidad.

Stephany Marisol Fuentes Velasquez  
Fátima Sofía Zayas Rodriguez.

## **DEDICATORIA**

A Dios por ayudarme durante toda mi carrera, y proveer lo necesario para mis estudios universitarios, por brindarme paz en los momentos más críticos y darme la sabiduría e inteligencia necesaria para llegar hasta aquí.

A mi mamá Cecilia Fuentes Velasquez, por su sacrificio cada día para poder ayudarme a estudiar una carrera universitaria, y su inigualable amor y apoyo incondicional.

A mis hermanas; Yesica, Vanesa y Brenda por siempre tener unas palabras de aliento y darme su apoyo en todo momento.

A mis amigos incondicionales, Cesia, Guillermo, Abigail, Karla, Oscar por siempre estar para mi en todo momento y hacer mi día a día un poco más fácil.

A mi amiga Debora de Trigueros, por incentivarme a estudiar esta carrera tan bonita y orientarme a lo largo de ella.

A mis compañeros de la universidad por brindarme su apoyo durante todo este tiempo compartido.

A mi compañera de tesis Fatima Sofia Zayas Rodriguez por su ayuda en la realización de este trabajo de graduación, su inigualable esfuerzo y responsabilidad que lo hicieron posible.

Stephany Marisol Fuentes Velasquez.

## DEDICATORIA

Al Eterno Padre por cuidarme e iluminarme en cada momento de la vida; por darme la sabiduría y la fortaleza cada día para llevar a cabo mis deberes cotidianos.

A mi mamá Maty Zayas, por los consejos que me brinda para alcanzar mis metas y por el amor incondicional con el que siempre me ha criado, por darme su tiempo y por preocuparse por mi bienestar a cada paso de mi vida.

A mi papá Jaime Zayas, por su apoyo incondicional y por su paciencia, por su amor y sus consejos que me han ayudado a llegar a este momento.

A mi hermano Jaime E. Zayas, que ha sido un gran amigo en toda mi vida y sobre todo que siempre ha estado para ayudarme y animarme a lo largo de mis estudios universitarios.

A mi demás familia por sus palabras de ánimo y muestras de cariño.

A mis compañeros de universidad, por siempre estar en los momentos complicados dándome todo su apoyo, consuelo, y muchas risas.

A mis amigos, que siempre estuvieron conmigo y me apoyaron para poder concluir este trabajo de graduación con sus palabras, acciones y consuelos.

A mi compañera de tesis que siempre estaba Stephany Marisol Fuentes por su esfuerzo y dedicación en la realización de este trabajo de graduación.

A nuestra tutora Licda. Nurian Lisseth Pérez que siempre estuvo dispuesta a ayudarnos lo más pronto posible con nuestra investigación, brindando consejos y un enfoque más amplio para hacer un mejor trabajo.

A todos los docentes y personal administrativo que siempre me apoyaron.

Fátima Sofía Zayas Rodríguez.

## Indice General

Resumen.	
Capítulo I	
1.0 Introducción.	xv
Capítulo II	
2.0 Objetivos.	
2.1 Objetivo General	
2.2 Objetivos Específicos	
Capítulo III	
3.0 Marco Teorico.	21
3.1 El Sonido.	21
3.2 La acústica.	21
3.3 El Ruido	22
3.3.1 Tipos de Ruido.	22
3.3.2 Según la fuente que lo origina los ruidos pueden ser:	23
3.4 ¿Qué es la contaminación acústica?	24
3.5 La contaminación sonora como un problema ambiental.	25
3.6 Efectos de la contaminación sonora.	26
3.7 Efectos sobre el aparato auditivo.	27
3.7.1 Efectos directos	27
3.7.2 Efectos del ruido a nivel sistémico	29
3.7.2.1 Alteraciones Respiratorias	29
3.7.2.2 Sistema cardiovascular	29
3.7.2.3 Alteraciones hormonales	29
3.7.2.4 Incremento de la Agresividad	30
3.7.2.5 Trastornos Psiquiátricos	31
3.7.2.6 Depresión	32
3.7.2.7 Estrés	33
3.7.2.8 Efectos sobre el Sistema Inmunológico	34
3.7.2.9 Efectos Psicofísicos	35
Capítulo IV.	
4.0 Diseño Metodológico	40
4.1 Tipo de Estudio.	40
4.2 Investigación Bibliográfica.	40
4.3 Investigación de Campo.	41
4.3.1 Universo.	41

4.3.2 Muestra.	41
4.3.3 Instrumento.	41
4.3.4 Desarrollo de la Investigación.	41
4.3.5. Parte Experimental.	43
4.3.5.1 Procedimiento de medición.	44
4.3.5.2 Condiciones de medición	44
4.3.5.3 Tipos de ruido medidos	44
4.3.5.4 Manejo de datos y análisis estadístico.	44
4.3.5.5 Instrumento utilizado.	46
Capítulo V.	
5.0 Resultados y Discusión de Resultados.	48
5.1 Identificación de los puntos de muestreo para la toma de medidas de los niveles de contaminación acústica en la Universidad de El Salvador y sus alrededores.	48
5.2 Resumen de los resultados obtenidos en las mediciones realizadas para cuantificar la contaminación sonora presente en la Universidad de El Salvador y sus alrededores.	49
5.3 Comparación de los resultados obtenidos con la normativa existente, tanto nacional “Ordenanza Reguladora de la Contaminación Ambiental por la Emisión de Ruidos en el Municipio de San Salvador (OPAMSS)” como internacional (OMS).	53
5.4. Identificación del impacto de la contaminación por ruido en la salud de los trabajadores y estudiantes expuestos a la contaminación sonora proveniente de los alrededores y del interior de la Universidad de El Salvador.	58
Capítulo VI.	
6.0 Conclusiones.	66
Capítulo VII.	
7.0 Recomendaciones.	68
Bibliografía.	
Anexos.	

## Indice de Figuras

<b>Figura N°</b>	<b>Pág N°</b>
1. Identificación de puntos de muestreo en el croquis de la Universidad de El Salvador en sede central.	42
2. Gráfico comparativo de la contaminación acústica presente en la Universidad de El Salvador por día vs. la Normativa establecida	56
3. Promedio de contaminación acústica por punto medido.	56
4. Edades en porcentaje de la muestra encuestada.	58
5. Facultad de los encuestados.	59
6. Actividades realizadas por los encuestados.	59
7. Respuestas pregunta 1.	60
8. Respuestas pregunta 2.	60
9. Respuestas pregunta 3.	61
10. Molestias o síntomas presentados por la población encuestada.	62
11. Fuentes de ruido más molestas para la población encuestada.	63

## Indice de Tablas

<b>Tabla N°</b>	<b>Pág N°</b>
1. Distribución de puntos medidos.	42
2. Resumen de la contaminación acústica presente en la Universidad de El Salvador sede central y en sus alrededores.	50
3. Promedios y datos relevantes de la medición de contaminación sonora del primer día de evaluación.	51
4. Promedios y datos relevantes de la medición de contaminación sonora del segundo día de evaluación.	53
5. Promedios y datos relevantes de la medición de contaminación sonora del tercer día de evaluación	54
6. Promedios de contaminación ambiental por días medidos.	55
7. Análisis de datos con el Método Anova.	57
8. Edades de las personas de la muestra que poseen problemas auditivos.	63

## Indice de Anexos

### ANEXO N°

1	Formato de encuesta.
2	Valores aceptados según la normativa.
3	Procedimiento de Medición en el equipo.
4	Hoja de control de medición de ruido.
5	Croquis y distancias entre cada punto medido.
6	Formato de registro de lectura por segundo.
7	Hoja de control de medición de ruido, primer día.
8	Hoja de control de medición de ruido, segundo día.
9	Hoja de control de medición de ruido, tercer día.
10	Fotografías de medición de ruido.
11	Carta de recibido del informe dirigido a la UNAUES.
12	Informe presentado a la UNAUES.

## ABREVIATURAS

ACTH:	Hormona adrenocorticotropa.
AM:	Mañana
ANOVA:	Análisis de varianza.
UNAUES:	Unidad ambiental de la Universidad de El Salvador.
CRH:	Hormona liberadora de corticotropina.
CRF:	Factor regulador de ACTH producido en el hipotálamo y almacenado en la neurohipófisis
dB:	Decibeles.
dB(A):	Decibeles en ponderación A.
DRAE:	Diccionario de la Real Academia Española.
EBSCO:	Es una base de datos de información científica sobre medicina, física, química, economía, educación y otros campos.
IEC 61672:	Norma internacional que especifica los criterios de rendimiento de los sonómetros profesionales.
M.:	Mediodía
OMS:	Organización Mundial de la Salud.
OPAMSS:	Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador

## Resumen

En el presente trabajo se determinó la contaminación sonora en los alrededores de la sede central de la Universidad de El Salvador.

Dicha investigación se llevó a cabo en el año 2022. Para realizar las tomas de medidas de los niveles sonoros, se seleccionaron 10 puntos: las 7 entradas a la universidad y 3 de los estacionamientos de mayor tamaño de la misma. Para ello se tomaron las mediciones los días 9, 12 y 13 de septiembre de dicho año, se utilizó un sonómetro de clase 1, las medidas se llevaron a cabo en el rango 30-70 dB y en el rango 60-100 dB. Todas las medidas fueron tomadas en los horarios de 7 am y 12 del mediodía. Posteriormente se realizó una encuesta dirigida a los estudiantes y trabajadores de la Universidad de El Salvador, con la finalidad de poder identificar el impacto de la contaminación por ruido en la salud de los trabajadores y estudiantes. Dicha encuesta se impartió al azar en las facultades más cercanas a los distintos puntos de muestreo.

Con la información recopilada se comprobó como 9 de los 10 puntos medidos, se encuentran por encima de los límites establecidos para contaminación acústica por la normativa nacional e internacional. Los datos de contaminación sonora promedio obtenidos por día fueron los siguientes: 66.7 dB, 66.8 dB y 67.14 dB. El único punto medido que respeta la normativa nacional sobre contaminación acústica, según la presente investigación es el estacionamiento de la Facultad de Ingeniería ya que su valor promedio en los tres días evaluados se encuentran por debajo de los límites establecidos.

Los datos obtenidos por medio de la encuesta, permitió determinar el impacto que genera el ruido en la cotidianidad de los encuestados, debido a que cada uno de ellos presentaban una o más sintomatología relacionada posiblemente con la presencia del ruido en su día a día. Por lo tanto, tomando como referencia los datos obtenidos se concluye que existe una contaminación sonora moderada que impacta de manera negativa la salud de los estudiantes y docentes de la universidad.

Es por eso que se invita a las distintas autoridades tanto dentro y fuera de la Universidad, a tomar las medidas necesarias para que se reduzcan los efectos que la posible contaminación sonora produce, mejorando el control y la organización de los vehículos que ingresan al campus universitario, y los que transitan alrededor de esta.

**CAPITULO I  
INTRODUCCION**

## 1.0 Introducción

Los ruidos, se han convertido en un componente omnipresente y habitual de la convivencia en las sociedades modernas. Según la ordenanza reguladora de la contaminación ambiental de San Salvador, se entiende como contaminación acústica o sónica a los sonidos que por su nivel, prolongación o frecuencia afecten la salud humana o la calidad de vida de la población, sobrepasando los niveles permisibles legalmente establecidos. Algunas de las alteraciones físicas generadas por el ruido pueden ser advertidas por el individuo, como el caso de fatiga corporal, náuseas, respuestas reflejas y los dolores de cabeza. En cambio, muchas otras reacciones del organismo a nivel funcional pueden pasar desapercibidas por el sujeto afectado.

El ruido a lo largo de los años ha aumentado de manera sustancial, en intensidad en espacio y tiempo. El Salvador no es la excepción, este también se encuentra influenciado por esta creciente problemática ambiental. La mayoría de ciudades y pueblos alrededor del país se ven implicadas en esta realidad. Se reconoce a San Salvador como la ciudad más afectada por la contaminación sonora, debido a que ésta posee una mayor población demográfica y con ello una mayor presencia de automóviles, industrias, empresas y hogares.

La Universidad de El Salvador, sede central, se encuentra ubicada en la Ciudad Universitaria "Dr. Fabio Castillo Figueroa", Final de Av. Mártires y Héroes del 30 julio, en San Salvador, con lo cual se deduce que la universidad se encuentra inmersa en la urbanización y por consiguiente esta se ve perjudicada con el estilo de vida que provee la ciudad. Por lo tanto la contaminación ambiental que produce la vida urbana en esta zona perjudica así a cada uno de los estudiante y personal que labora dentro de la universidad.

En la presente investigación se determinó la contaminación acústica en la Universidad de El Salvador sede central para ello se decidieron 10 puntos para la toma de muestras sonoras, de los cuales se consideraron 7 puntos externos a la universidad y 3 puntos al interior de esta. Las medidas a realizar se efectuaron con un sonómetro de Clase 1: Sound Level Meter IEC 61672, con el filtro de ponderación A, debido que este simula la audición humana.

Las tomas de muestras se realizó los días 9, 12 y 13 en el mes de septiembre, cada punto seleccionado se midió por un minuto en 2 momentos del día, a las 7 am y a las 12 del mediodía, ambos horarios fueron seleccionados por la saturación sonora procedente del tráfico crítico que se genera en los alrededores de la Universidad y al interior de ella.

Los resultados obtenidos han sido comparados con el límite permisible de contaminación por ruido en la zona habitacional, hospitalaria, educativa e institucional de 55 dB, establecida por la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS) en la ordenanza reguladora de la contaminación ambiental por la emisión de ruidos en el municipio de San Salvador y los lineamientos para ruido comunitario que establece la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cual establece como límite máximo 35 dB.

Asimismo se realizó una encuesta a la población estudiantil y a los trabajadores de la universidad para poder determinar el impacto que tiene la contaminación sonora sobre la salud.

Posteriormente se elaboró un informe con los resultados obtenidos y recomendaciones, el cual se presentó a las autoridades pertinentes de la Universidad de El Salvador

**CAPITULO II**  
**OBJETIVOS**

## **2.0 Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Determinar la contaminación acústica en la sede central de la Universidad de El Salvador y sus alrededores.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- 2.2.1. Identificar los puntos de muestreo para la toma de medidas de los niveles de contaminación acústica en la Universidad de El Salvador y sus alrededores.
- 2.2.2. Efectuar las mediciones de los niveles de contaminación sonora en decibeles, utilizando un sonómetro en los puntos de muestreo previamente identificados.
- 2.2.3. Comparar los resultados obtenidos con la normativa existente, tanto en la normativa nacional: “Ordenanza Reguladora de la Contaminación Ambiental por la Emisión de Ruidos en el Municipio de San Salvador”, emitida por la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), como la normativa internacional “Lineamientos para el control de ruido comunitario” emitida por la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- 2.2.4. Identificar el impacto de la contaminación por ruido, en la salud de los trabajadores y estudiantes expuestos a la contaminación sonora, proveniente de los alrededores y del interior de la Universidad de El Salvador, por medio de una encuesta.
- 2.2.5. Elaborar un informe que contenga recomendaciones y los resultados obtenidos de la investigación y presentarlo a las autoridades de la Universidad de El Salvador.

**CAPITULO III**  
**MARCO TEORICO**

### 3.0 Marco Teorico

#### 3.1 El Sonido.

Según la Real Academia Española, el término sonido se refiere a la sensación producida en el órgano por el movimiento vibratorio de los cuerpos.

El sonido es la sensación que se produce a través del oído en el cerebro causada por las vibraciones de un T medio elástico, generalmente el aire. Estas vibraciones producen el desplazamiento de moléculas de aire debido a la acción de una presión externa. Cada una de estas moléculas transmite la vibración a las que hay a su alrededor provocando un movimiento en cadena<sup>(1)</sup>.

Los sonidos que el oído humano puede oír con más precisión son aquellos que provienen de fuentes que vibran con frecuencias de 500 a 5 000 hertz (Hz; 1 Hz = 1 ciclo por segundo). El rango de frecuencias audibles se extiende de 20 a 20,000 Hz. Cuanto mayor sea la intensidad (tamaño o amplitud) de la vibración, más fuerte será el sonido. El umbral auditivo (el punto en el cual un adulto joven promedio puede distinguir apenas entre un sonido y el silencio) se define como 0 dB, a una frecuencia de 1 000 Hz. Un sonido se vuelve molesto para el oído normal en torno a los 120 dB, y es doloroso por encima de los 140 dB. Las ondas de alta intensidad producen vibraciones más amplias de la membrana basilar; esto hace que una mayor cantidad de impulsos nerviosos alcance el cerebro<sup>(2)</sup>.

#### 3.2 La Acústica.

La acústica es la rama de la física que estudia el comportamiento del sonido y sus aplicaciones.

Los decibeles son las unidades en las que habitualmente se expresa el nivel de presión sonora; es decir, la potencia o intensidad de los ruidos; además, son la variación sonora más pequeña perceptible para el oído humano.

El umbral de audición humano medido en dB tiene una escala que se inicia con 0 dB (nivel mínimo) y que alcanza su grado máximo con 120 dB (que es el nivel de estímulo en el que las personas empiezan a sentir

dolor), un nivel de ruido que se produce, por ejemplo, durante un concierto de rock.

Esta medida del nivel sonoro es la que se puede medir con los sonómetros y es la que las normas urbanas y laborales regulan estableciendo máximos según los distintos ambientes: colegios, hospitales, viviendas, fábricas, establecimientos comerciales etc.

La distancia a la que se puede oír un sonido depende de su intensidad, que es el flujo medio de energía por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación. En la propagación real del sonido en la atmósfera, los cambios de propiedades físicas del aire como la temperatura, presión o humedad producen la amortiguación y dispersión de las ondas sonoras<sup>(3)</sup>.

### 3.3 El Ruido

El ruido se define como la sensación auditiva inarticulada generalmente desagradable, molesta para el oído. Técnicamente, se habla de ruido cuando su intensidad es alta, llegando incluso a perjudicar la salud humana.

Parece necesario considerar la capacidad que el ruido tiene de interferir con las distintas actividades que el hombre desarrolla, así pues, un ruido será tanto más molesto cuanto más perturbe la realización de un trabajo o incluso el descanso.

El problema del ruido ambiental es particular para cada país, dado el contexto social, económico, cultural, científico y tecnológico. Así pues, el silencio se ha convertido en un bien escaso en nuestras vidas. El desarrollo industrial, económico y cultural, la expansión urbanística, el aumento desenfrenado del parque automovilístico, entre otros, han contribuido a transformar una amplia gama de sonidos en ruido<sup>(2)</sup>.

#### 3.3.1 Tipos de Ruido.

Cuando medimos el ruido, necesitamos saber el tipo de ruido que es con el fin de que podamos seleccionar los parámetros a medir, el equipo a usar y la duración de las mediciones.

- Continúo constante : Se produce por maquinaria que opera del mismo modo sin interrupción, por ejemplo, ventiladores,

bombas y equipos de proceso. Para determinar el nivel de ruido es suficiente medir durante unos pocos minutos con un equipo manual. Si se escuchan tonos o bajas frecuencias, puede medirse también el espectro de frecuencias para un posterior análisis y documentación. Es aquel cuyo nivel sonoro es prácticamente constante durante todo el período de medición, las diferencias entre los valores máximos y mínimos no exceden a 6 dB(A).

- Continuo fluctuante: Es aquel cuyo nivel sonoro fluctúa durante todo el período de medición, presenta diferencias mayores a 6 dB(A) entre los valores máximos y mínimos.
- Intermitente: Cuando la maquinaria opera en ciclos, o cuando pasan vehículos aislados o aviones, el nivel de ruido aumenta y disminuye rápidamente. Para cada ciclo de una fuente de ruido de maquinaria, el nivel de ruido puede medirse simplemente como un ruido continuo. Presenta características estables o fluctuantes durante un segundo o más, seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0,5 segundos.
- Impulsivo o de impacto: El ruido de impactos o explosiones; por ejemplo, de un martinete, troqueladora o pistola, es llamado ruido impulsivo. Es breve y abrupto, y su efecto sorprendente causa mayor molestia que la esperada a partir de una simple medida del nivel de presión sonora. Son de corta duración, con niveles de alta intensidad que aumentan y decaen rápidamente en menos de 1 segundo, presenta diferencias mayores a 35 dB(A) entre los valores máximos y mínimos<sup>(4)</sup>.

### 3.3.2 Según la fuente que lo origina los ruidos pueden ser:

Hay diferentes fuentes de contaminación sonora, pero en la presente investigación las fuentes con más influencia en la población son las siguientes:

- Ruido Industrial:  
La industria es una de las principales fuentes de contaminación, especialmente la industria mecánica ya que esta genera ruido a gran escala y somete a una parte

importante de la población activa a niveles de ruido peligrosos. Este es producido por maquinaria de todo tipo, por lo que puede variar según la maquinaria utilizada. Los procesos con mayor riesgo son los que realizan tareas de impacto, manejo de materiales pesados, y actividades con aeronaves .

La OMS afirma que alrededor de 250 millones de trabajadores en el mundo corren el riesgo de sufrir pérdida de audición debido al ruido en el entorno laboral. La exposición a altos niveles de ruido puede causar pérdidas de audición, interferir con la comunicación, reducir la productividad, crear estrés psicológico, y físico, contribuir a lesiones, accidentes e incluso muertes al dificultar la audición de las señales de advertencia.

Los niveles medios de ruido en los países desarrollados están ligados a su nivel de industrialización, pero esta evolución industrial no siempre va acompañada de un adecuado nivel de protección<sup>(5)</sup>.

- Ruido del Transporte:

Uno de los medios de transporte más contaminantes es el automóvil, la fuente de ruido más importante en este es el sistema mecánico, es decir, el producido por el motor y la fricción causada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire. Este tipo de ruido es el más común y constante en las ciudades modernas de hoy, debido al gran aumento del número de vehículos en estas. El ruido producido por los automotores en contacto con el suelo supera el del motor del vehículo cuando éste sobrepasa los setenta kilómetros por hora. Otra fuente de ruido de este medio de transporte es el que produce el equipo auxiliar como el escape, el equipo de sonido, ventanas en mal estado, etcétera.

El nivel del ruido de los vehículos en el tránsito se relaciona con el volumen de éste, la velocidad de los vehículos pesados y la proporción del peso de estos, que junto con las motocicletas tienden a producir un ruido aproximadamente dos veces mayor que el ruido causado por los vehículos de peso liviano; se debe considerar además problemas especiales en las zonas donde la circulación implica cambios de velocidad y de potencia, como

en los semáforos, cuestas o intersecciones de caminos, donde la emisión de ruido puede aumentar.

Estudios concernientes con el incremento total de recorrido vehicular en las ciudades, han encontrado entre sus causas principales, el incremento de la población, la expansión urbana, el incremento de propietarios de vehículos principalmente privados y la reducción de la ocupación vehicular, situación que ha venido creciendo desde la década de los 60<sup>(5)</sup>.

#### 3.4 ¿Qué es la contaminación acústica?

La contaminación sonora es la presencia en el ambiente de niveles de ruido que implique molestia, genere riesgos, perjudique o afecte la salud y al bienestar humano, los bienes de cualquier naturaleza o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente. Actualmente, este es uno de los problemas más importantes que pueden afectar a la población, ya que la exposición de las personas a niveles de ruido alto puede producir estrés, presión alta, vértigo, insomnio, dificultades del habla y pérdida de audición. Además, afecta particularmente a los niños y sus capacidades de aprendizaje<sup>(6)</sup>.

Según el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE), la contaminación es la acción y efecto de alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos; y la acústica es la parte de la física que trata de la producción, control, transmisión, recepción y audición de los sonidos. Por ello, la contaminación acústica sería la acción y efecto de alterar nocivamente las condiciones normales del medio ambiente mediante un agente físico, que en este caso es el sonido.

#### 3.5 La contaminación sonora como un problema ambiental.

A diferencia del resto de seres vivos que pueblan el planeta y cuyo potencial sonoro se limita al que pueden producir con sus propios cuerpos, los seres humanos tienen la capacidad de manejar y producir utensilios, habilidad que ha sido aprovechada y explotada al máximo. Desde la herramienta más simple hasta la máquina más sofisticada, se ha creado una inmensa cantidad de instrumentos mecánicos que han contribuido a inundar el entorno acústico con incontables sonidos, que en muchas ocasiones han sobrepasado los límites inadmisibles de

confort, incluso llegando a poner en riesgo a las personas o el medio ambiente.

El hombre moderno se está ensordeciendo gradualmente. Se está matando a sí mismo con sonidos. La polución sonora es uno de los grandes problemas contemporáneos de la contaminación<sup>(8)</sup>.

Se puede afirmar que la génesis de la contaminación acústica como problema ambiental se puede asociar a la aparición del intercambio comercial de recursos, origen de centros comerciales y de las ciudades asociadas a estos, donde las alteraciones sonoras empezaron a cobrar una mayor dimensión<sup>(9)</sup>.

### 3.6 Efectos de la contaminación sonora.

Los estudios que apuntan a mostrar los efectos del ruido sobre los seres vivos son muchos y de muy diversa índole. La mayoría de las especies presentan algún grado de susceptibilidad y respuesta a los estímulos acústicos, y en muchos casos padecen consecuencias adversas.

El ruido ambiental puede interferir en los procesos de comunicación y crear problemas con respecto a la detección, discriminación y localización adecuada de las señales<sup>(10)</sup>.

Una reciente investigación difundida en la revista "El Siglo" de Panamá señala que los niveles sonoros ambientales elevados también afectan a los vegetales, en particular a los árboles, al perturbar el comportamiento de animales que tienen un rol clave en la polinización y la dispersión de semillas<sup>(11)</sup>.

La exposición a ruido puede causar efectos auditivos y extra-auditivos. Aunque en el caso de estos últimos no suele ser del todo sencillo establecer en forma cuantitativa una relación causa-efecto, pueden ser efectos adversos sobre la salud o precursores de ellos. También puede producir efectos psicológicos, que muchas veces están acompañados por otros síntomas como dificultad en la comunicación, perturbación del reposo y descanso, disminución de la capacidad de concentración, molestia, ansiedad, agresividad, estrés, entre otros. Estos efectos alteran la vida de las personas y en muchos casos pueden modificar sus relaciones con el entorno (efectos psicosociales), según sea la actitud del sujeto y su sensibilidad personal al ruido.

El ruido es uno de los pocos estímulos que provoca reflejo de defensa desde el nacimiento; no es un miedo aprendido. Las reacciones reflejas que pueden inducir un ruido inesperado pueden ser movimientos bruscos, interrupción abrupta de una tarea (dependiendo de las características de la misma, la exigencia mental que implica, la demanda auditiva o extra auditiva, etc.), pérdida de concentración, entre otras.

Algunas de las alteraciones físicas generadas por el ruido pueden ser advertidas por el individuo, como el caso de fatiga corporal, náuseas, respuestas reflejas y los dolores de cabeza. En cambio, muchas otras reacciones del organismo a nivel funcional pueden pasar desapercibidas por el sujeto afectado. Existen datos científicos suficientes y contrastados que permiten considerar el ruido como un agente desencadenante de un conjunto de reacciones en el organismo, que se manifiestan a nivel fisiológico mediante enfermedades cardiovasculares, alteraciones del aparato digestivo, alteraciones hormonales y reducción del sistema inmunitario de defensa. En efecto, la estimulación auditiva determina una respuesta compleja por parte del sistema nervioso central o vegetativo, que afecta a los órganos inervados por el sistema nervioso autónomo (aparato cardiovascular, digestivo, glándulas endocrinas, etc.) así como a los centros hipotálamo-diencefálicos que regulan los ciclos del sueño y la vigilia, la secreción endocrina y otras funciones.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, los riesgos para la salud asociados con la contaminación de ruido incluyen:

- Interferencias con el comportamiento social (agresividad, protesta e impotencia).
- Interferencia con la comunicación verbal.
- Descenso del rendimiento en el trabajo/escuela.
- Dolor y fatiga de la audición.
- Pérdida auditiva, incluyendo tinnitus.
- Molestia.
- Alteración del sueño y todas sus consecuencias de corto y largo plazo.
- Efectos cardiovasculares
- Respuestas hormonales (hormonas del estrés) y sus posibles consecuencias sobre el metabolismo humano (nutrición) y el sistema inmunitario.

En vistas de la diversidad de efectos del ruido constatados sobre la salud humana, se pueden agrupar en tres grandes clases:

- Efectos auditivos
- Efectos extra-auditivos
- Efectos psicofísicos

### 3.7 Efectos sobre el aparato auditivo.

#### 3.7.1 Efectos directos

Entre los efectos fisiológicos, los más directos y seguramente los más estudiados son los relacionados con la audición.

Los efectos sobre el sistema auditivo suelen clasificarse en: trauma acústico, elevación temporal del umbral auditivo (fatiga auditiva) y elevación permanente del umbral auditivo (hipoacusia). Otro efecto posible es la aparición de acúfenos o ruidos que aparecen en el interior del oído humano por la alteración del nervio auditivo y hacen que quien los padece escuche un zumbido interno constante, que causa ansiedad y cambios de carácter. Aunque su origen se atribuye al ruido urbano, sus causas no se hallan bien determinadas aún dado que es uno de los efectos auditivos del ruido de diagnóstico más reciente<sup>(9)</sup>.

La OMS considera que las personas expuestas al ruido ambiental en períodos hasta de 24 horas y un LAeq menor de 70 dBA no sufrirán pérdida de la audición. No obstante, todavía no existe una confirmación basada en hechos experimentales, dado que de ocurrir efectos perjudiciales, se detectarán a largo plazo<sup>(12)</sup>.

Si a la exposición ocupacional a ruido se agrega la que deriva del uso de aparatos de audio individuales, es muy probable que los daños sobre el aparato auditivo aparecen más tempranamente. Es que usualmente estos dispositivos se emplean para “enmascarar” el ruido ambiente y, para lograrlo, se los escucha con niveles de presión sonora elevados, facilitando la aparición temprana de pérdida auditiva.

La exposición social a que se somete cerca del 20 % de la población trabajadora juvenil estudiada presenta niveles de audición que se acercan al límite del umbral correspondiente a su edad. Teniendo en cuenta que ellas están expuestas a 8 horas de ruido industrial entre 85 y 95 dB con protección auditiva y a 1 hora

promedio adicional de exposición a ruido con la utilización del reproductor auditivo con un promedio de intensidad de 80 a 120 dB, generando de esta forma un alto riesgo auditivo, dado que se evidenció habitualidad en el uso es importante que en los programas de salud ocupacional dentro de las empresas que tengan el riesgo de ruido industrial es importante considerar la implementación de estrategias sobre conservación auditiva, estas deben de incluir tácticas educativas dentro y fuera del lugar de trabajo. Teniendo en cuenta que la disminución auditiva aumenta con la edad y la exposición a ruido ya sea ocupacional o por hobbies<sup>(9)</sup>.

### 3.7.2 Efectos del ruido a nivel sistémico

Las diferentes interconexiones de la vía auditiva se traducen en una serie de efectos sobre el Sistema Nervioso Central (SNC), el Sistema Nervioso Autónomo (SNA) y el Sistema Endócrino. Entre ellos se puede citar una amplia diversidad de reacciones, como alteraciones en la presión arterial o el ritmo cardíaco, cefaleas crónicas e incremento de la probabilidad de sufrir infartos. También incide en los estados de estrés e irritabilidad, que afectan la capacidad de concentración, aprendizaje y la productividad intelectual, lo que además podría facilitar la ocurrencia de algún tipo de accidente.

Existen datos científicos suficientes y contrastados que permiten considerar el ruido como un agente desencadenante de un conjunto de reacciones en el organismo que se manifiestan a nivel fisiológico en enfermedades cardiovasculares, alteraciones del aparato digestivo, cambios hormonales y reducción del sistema inmunitario de defensa<sup>(9)</sup>.

#### 3.7.2.1 Alteraciones Respiratorias

Tanto el informe de la OMS sobre el ruido como diferentes trabajos científicos, demuestran que hay una correlación muy fuerte con los episodios de bronquitis que sugieren un efecto del ruido sobre los mecanismos de inmunorregulación ya que, además, se aprecia un incremento de los procesos alérgicos en áreas con elevada exposición a ruido<sup>(9)</sup>.

### 3.7.2.2 Sistema cardiovascular

La estimulación con ruido produce elevaciones transitorias de la tensión arterial, tanto en animales como en humanos. Cuando se padece exposición continua a ruido, estas elevaciones se hacen permanentes, siendo un agente a tener en cuenta en la génesis de la hipertensión arterial.

De hecho se calcula que una persona expuesta a ambientes ruidosos debe ser considerada como 10 años mayor de su edad cronológica a efectos de evaluar el riesgo de accidente cardiovascular<sup>(9)</sup>.

### 3.7.2.3 Alteraciones hormonales

Aunque algunos autores –por ejemplo, van Kamp, 2012- sostienen que no hay suficiente evidencia de la relación entre exposición a niveles sonoros elevados y la aparición de alteraciones o modificaciones en la secreción hormonal, otros, entre ellos Bernabéu, sostienen que a partir de niveles de ruido ambiente de 60 dBA ya es posible detectar modificaciones en los niveles de algunas hormonas<sup>(13)(14)</sup>.

Lo primero que suele ocurrir es un aumento en la secreción de adrenalina y noradrenalina, en relación directa con el nivel de presión sonora (ambas son potentes vasoconstrictores y responsables en parte de la hipertensión arterial asociada con el ruido).

También se aprecian aumentos de otras hormonas producidas o estimuladas por la hipófisis como son la ACTH y el cortisol, que suelen elevarse como respuesta a situaciones de estrés. La producción de cortisol por las glándulas suprarrenales se encuentra controlada por la secreción de la hormona ACTH. Esta hormona que se produce en la hipófisis (una glándula localizada en la base del cerebro) estimula la secreción de cortisol y es por tanto necesaria para que las glándulas suprarrenales funcionen.

A su vez la secreción de ACTH por la hipófisis está regulada por la acción del CRH, una hormona hipotalámica que se ve estimulada por situaciones de estrés. En condiciones normales la secreción de ACTH se produce de forma

oscilante o rítmica que se encuentra sincronizada con el ritmo sueño-vigilia, de modo que es máxima por la mañana y mínima a medianoche. A esta variación se le conoce como ritmo circadiano, y permite mantener un grado de actividad alto durante el día en contraste con el período nocturno. Cuando el nivel de cortisol de la sangre aumenta desproporcionadamente, la secreción de ACTH disminuye para así ayudar a que el sistema recobre la actividad normal. Si, por el contrario, la concentración de cortisol disminuye la producción de ACTH aumenta para estimular la fabricación de cortisol por las glándulas suprarrenales.

El cortisol incrementa la velocidad de gluconeogénesis y causa una reducción moderada de la velocidad de consumo de la glucosa en las células. Ambos factores elevan la concentración de glucosa en sangre (glucemia). Si esto ocurre en forma exagerada (50 % ó más por encima de lo normal) suele designarse como diabetes suprarrenal<sup>(9)</sup>.

#### 3.7.2.4 Incremento de la Agresividad

El ruido puede producir una diversidad de emociones negativas: insatisfacción, irritación, ansiedad, agresividad, indefensión.

Según afirma Valerie Weedon, quien se declara “víctima de agresión acústica”:

El ruido incontrolable ubica el cuerpo del agredido en un estado permanente de alerta, que conduce a la sobreproducción o subproducción de sustancias químicas por parte del cuerpo y el cerebro, incluyendo neurotransmisores, hormonas u otras sustancias que constituyen fuerzas conductoras para la vida. La perturbación nocturna conduce a una seria interrupción de los ritmos biológicos circadianos y la pérdida del benéfico efecto reparador del sueño<sup>(15)</sup>.

En lo que tiene que ver con las hormonas suprarrenales, tanto la corticosterona y la ACTH, al estimular la secreción de cortisol, así como la adrenalina y la noradrenalina, están relacionadas con la agresividad. Y como se anticipó, a

mayores niveles de presión sonora mayor es la producción del organismo de adrenalina, noradrenalina y cortisol. En condiciones de estrés agudo, el CRF (factor regulador de ACTH producido en el hipotálamo y almacenado en la neurohipófisis) estimularía la liberación hipofisaria de ACTH, y ésta se ocuparía de que las glándulas suprarrenales liberen cortisol en cuestión de minutos. Entonces, el cortisol plasmático enviaría al hipotálamo una retroalimentación acerca del exceso que se está produciendo, para que entonces cese la liberación de CRF. Se asume que, a largo plazo, la ACTH tendería a reducir la agresividad al estimular la producción de cortisol, la hormona del estrés y de la depresión, cuya función se refiere a controlar el estrés biológico mediante la terminación de las reacciones nerviosas de defensa previamente activadas por el estrés.

Por otra parte, al estar expuesto a altos niveles de presión sonora, el organismo reaccionará como lo hace ante una emergencia y la médula suprarrenal liberará en sangre dos catecolaminas: adrenalina y noradrenalina, aunque la liberación de noradrenalina exigiría un mayor nivel de activación. En principio, ambas catecolaminas tendrían diferentes funciones: la adrenalina se asociaría al miedo y la noradrenalina, al enojo.

La inyección de adrenalina estimula la activación del SNS produciendo un aumento de los ritmos cardíaco y respiratorio, dilatación pupilar, piloerección, y produce un estado emocional que para algunos investigadores es inespecífico, aunque para otros se asocia con euforia y no con ira o enojo<sup>(9)</sup>.

#### 3.7.2.5 Trastornos Psiquiátricos

Es que, si bien en principio el ruido ambiental no causa directamente enfermedades mentales, se presume que puede acelerar e intensificar el desarrollo de trastornos mentales latentes. Los ruidos de baja frecuencia (LFN por sus siglas en inglés, Low Frequency Noise) tienen especial incidencia en este sentido.

La sensibilidad al ruido podría estar midiendo una afectividad negativa, aunque también podría ser un indicador de vulnerabilidad a un rango más amplio de factores estresantes, de los cuales el ruido es sólo uno. Sin embargo, recordando las alteraciones en la secreción hormonal, en particular de cortisol y catecolaminas, y estando éstas vinculadas con depresión y agresividad, es posible que en principio sea válido interpretarlos como una respuesta fisiológica no demasiado inesperada o sorprendente.

La exposición a ruido puede incidir negativamente en el carácter de las personas; una persona con un horario de trabajo normal, que se tenga que levantar a las siete de la mañana y que noche tras noche no pueda dormir bien ni descansar se va a ver afectado. Tiene más probabilidades de sufrir dolores de cabeza o somnolencia diurna y esto a su vez puede conllevar problemas en su trabajo. Esta falta de energía genera irritabilidad. En psiquiatría no podemos hablar de una enfermedad del ruido, pero estar expuesto a él puede influir en ciertas patologías y generar otras como insomnio, ansiedad o depresión. Y si ese elemento que nos molesta persiste, la persona tiene el riesgo de sufrir un problema de tipo crónico.

La tolerancia al ruido se reduce durante la noche, ya que por una parte no hay ruido ambiental y por otra, la tarea de descansar y dormir conlleva la necesidad de hacerlo en un entorno con bajo nivel de ruido.

El consumo de tranquilizantes entre las personas afectadas por ruido es elevado, y muchas veces es el propio paciente quien solicita que se le receten, dado que no tiene otras posibilidades para descansar, más allá de que a nivel individual siempre se puede apelar al uso de protectores auditivos para dormir<sup>(9)</sup>.

#### 3.7.2.6 Depresión

El vínculo entre ruido y depresión viene dado por el hecho de que el ruido fomenta la liberación de cortisol, la hormona “del estrés y la depresión”.

Ahora bien, entre los medicamentos antidepresivos los hay que actúan estimulando el sistema noradrenérgico. Acerca de éste, dice Ramírez: “Dado que sistema noradrenérgico participa en lucha y huida, resulta fácil comprender cómo el aumento de su función podría predisponer a una persona hacia una agresividad impulsiva. Encargado de la seguridad, su lema podría resumirse en: “mejor evitarlo que sentirlo”. De ahí que, como dice Gray, el sistema noradrenérgico sea esencial para el sistema de inhibición del ‘mal’ comportamiento<sup>(16)</sup>.”

Otro mecanismo de acción de los medicamentos antidepresivos consiste en regular la recaptación de la serotonina, un neurotransmisor que se relaciona con muchas funciones biológicas. En general se considera a la serotonina como un inhibidor de la mayoría de las formas de agresión, y predominantemente de la de carácter impulsivo: el aumento de la actividad serotoninérgica reduce la hostilidad y la impulsividad, mientras que, por el contrario, su disminución aumenta la frecuencia e intensidad de las reacciones agresivas y antisociales, más las de tipo impulsivo (explosivo e incontrolable) que las premeditadas.

En lo relativo a la angustia, que puede o no acompañar a la depresión, ésta es una manifestación de estrés que se traduce desde el punto de vista bioquímico en una elevación de los niveles de catecolaminas (especialmente adrenalina y noradrenalina) y de 17-hidrocorticosteroides en sangre y orina. Sin embargo, no resulta simple determinar si la angustia ha sido provocada por el incremento de tales sustancias o éste es consecuencia de la situación angustiante. En todo caso, seguramente la mejor hipótesis sería pensar en que hay una retroalimentación que conduce a que a mayor liberación de catecolaminas la angustia crece y viceversa, a mayor angustia se elevan los niveles de estas sustancias en sangre y orina.

#### 3.7.2.7 Estrés

El estrés es una reacción inespecífica ante factores agresivos del entorno físico, psíquico y social. En principio,

se trata de una respuesta fisiológica normal del organismo para defenderse ante posibles amenazas. Si esta reacción se repite o resulta sistemáticamente inefectiva puede llegar a agotar los mecanismos normales de respuesta, produciéndose un desequilibrio en los mismos que, con el tiempo, puede manifestarse en forma de diferentes alteraciones de la salud<sup>(17)</sup>.

El estrés se define como un proceso transaccional que surge de las exigencias ambientales reales o percibidas que pueden ser valoradas como una amenaza o un beneficio, dependiendo de la disponibilidad de recursos de adaptación del individuo para hacerle frente.

Todos los organismos vivos se enfrentan a un equilibrio dinámico. En el clásico concepto de estrés, este equilibrio se ve amenazado por determinados eventos físicos y psicológicos. Como resultado, el comportamiento es dirigido para evaluar el potencial desestabilizador del factor estresante. Si el evento no coincide con alguna representación cognitiva basada en la experiencia anterior subjetiva, hay un aumento en la excitación, un estado de alerta y vigilancia, se centra la atención y el procesamiento cognitivo.

El ruido ambiental es un importante factor de estrés. Como otros factores de estrés, es crónico, se valora negativamente, no es apremiante, es físicamente perceptible y refractario a los esfuerzos individuales para cambiar la situación.

El ruido afecta el control emocional y el desarrollo de las diferentes tareas cotidianas. Las personas de carácter introvertido y las mujeres suelen ser, por lo general, más sensibles. Puede desencadenar una respuesta inespecífica del organismo que puede llegar a producir alteraciones permanentes. En este sentido, varios grupos de investigación coinciden en que el ruido es un factor más de riesgo cardiovascular, como pueden serlo otros agentes tales como el tabaco o la dieta<sup>(9)</sup>.

### 3.7.2.8 Efectos sobre el Sistema Inmunológico

Bajo estrés, el sistema nervioso central libera hormonas que perturban el equilibrio y la estabilidad del sistema inmunitario, lo que puede acarrear consecuencias graves para la salud. Las catecolaminas, la ACTH, los glucocorticoides son influenciados por eventos negativos y emociones negativas, y cada una de estas hormonas puede inducir cambios cuantitativos y cualitativos en las funciones inmunes.

Las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) suprimen la respuesta inmune de linfocitos y monocitos. Los corticoesteroides, que se mantienen con concentraciones altas durante el estrés, tienen importantes efectos supresores, sobre los linfocitos y macrófagos, asimismo disminuyen la producción de muchas citocinas y mediadores de la inflamación.

El cortisol o cortisona es una hormona que está involucrada en la respuesta del cuerpo al estrés y la ansiedad. Aumenta la presión arterial y el azúcar en la sangre y reduce la capacidad del sistema inmunológico para responder a las enfermedades o lesiones. La exposición al ruido puede provocar la liberación de cortisol. Por otra parte, la depresión puede incrementar sustancialmente los niveles de cortisol, y este incremento provoca múltiples cambios inmunológicos adversos<sup>(9)</sup>.

### 3.7.2.9 Efectos Psicofísicos

#### - Aproximación General

No todas las personas reaccionan igual frente al ruido, ni todos los ruidos se perciben igual. En general, a igualdad de niveles de presión sonora, es mayor el malestar y la aversión hacia aquellos ruidos originados por fuentes que el receptor considera que son innecesarios o evitables. Tan es así que usualmente no más del 30 % de la variabilidad de las respuestas en estudios normalizados acerca de molestias

ocasionadas por el ruido puede explicarse a través del valor de los niveles de presión sonora en juego.

Los principales efectos psicofísicos asociados con exposición a ruido que se reportan en la bibliografía son los siguientes:

- Insomnio y dificultad para conciliar el sueño.
- Fatiga.
- Estrés
- Depresión
- Irritabilidad y agresividad.
- Trastornos mentales, de la personalidad y del carácter
- Trastornos por ansiedad y neurosis.
- Aislamiento social.

El ruido afecta la capacidad de concentración y el rendimiento en el trabajo, produciendo irritación, fatiga, estrés y problemas de relación social. Por lo tanto, el tipo de tarea a realizar, la concentración o el esfuerzo que ésta requiere, pueden influir en la valoración del ruido que realice el individuo.

En efecto, para evaluar los efectos del ruido ambiental en la salud y la percepción de las personas, no sólo se tienen en cuenta el nivel de presión sonora y las propiedades físicas del ruido, sino que se consideran -y en muchas ocasiones tienen más importancia- otros aspectos tales como la edad del receptor, la predictibilidad del estímulo acústico, el control que el receptor puede tener sobre la fuente sonora, y sus actitudes y creencias con respecto al ruido. Dicho en otras palabras, no sólo se tiene que tomar en cuenta las características físicas del sonido, sino también factores relacionados con la situación y el contexto particular en que es percibido y con las características socioculturales de los receptores<sup>(9)</sup>.

### -Interferencia con la comunicación verbal

En una conversación normal, la comprensión depende del nivel sonoro emitido al hablar, de la entonación, de la pronunciación, de la distancia entre el hablante y su interlocutor, del nivel y las características del ruido de fondo o circundante y de la agudeza auditiva y capacidad de atención de los protagonistas.

La energía acústica del habla se genera en la banda de frecuencias comprendida entre 100 Hz y 6000 Hz y la señal más común es de 300 Hz a 3000 Hz. El nivel de presión sonora de comunicación oral normal es de 50 dBA a 55 dBA a un metro de distancia, pero las personas que hablan en voz alta o a gritos, pueden generar niveles de 75 dBA u 80 dBA.

La voz hablada es inteligible cuando su intensidad supera al ruido de fondo en por lo menos 15 dBA pero cuando el ruido de fondo supera los 40 dBA, se empieza a dificultar la comunicación oral. Cuando la persistencia del ruido reduce la posibilidad de comunicación oral, las personas deben hacer esfuerzos adicionales para comunicarse. A partir de los 65 dBA, la comunicación obliga a elevar la voz. Esta situación impuesta por el ruido puede provocar que el sujeto se sienta “no escuchado” y quizás adopte una actitud agresiva o indiferente hacia su receptor<sup>(9)</sup>.

### - Pérdida de Rendimiento

Es conocido que el ruido puede causar efectos adversos en el rendimiento de las personas en el trabajo.

Como resultado de la acción activadora del ruido se produce una focalización de la atención del sujeto sobre los aspectos más relevantes (o que él considera como tales) de la tarea que realiza, dejando de lado el resto. Es decir, en presencia de ruido hay tendencia a centrarse sobre lo prioritario o más exigente de una tarea, aunque de todos modos el rendimiento global va a disminuir en comparación con el esperable si la tarea se realizará en un ambiente silencioso.

A partir de los 80 dB es esperable que ocurran efectos adversos sobre el desempeño humano, niveles de presión sonora elevados pueden producir cambios en el campo visual.

Pero más allá del nivel de presión sonora, hay otras características del ruido que también condicionan los resultados: su frecuencia (los sonidos de alta frecuencia son más perjudiciales que los de baja frecuencia) y su patrón temporal (el ruido intermitente puede afectar el rendimiento de forma más adversa que un ruido constante de igual nivel sonoro continuo equivalente; si las intermitencias no son periódicas tienen más probabilidad de producir efectos adversos que si fueran regulares no previsibles, y el ruido impulsivo puede ser aún más perjudicial).

En cuanto a que los efectos sobre el rendimiento que se presentan después de la exposición a ruido pueden ser más negativos que los que se registran durante la propia exposición. Incluso la anticipación de una exposición a niveles sonoros elevados en ausencia de una exposición real puede perjudicar el rendimiento.

#### - Alteraciones en el Aprendizaje

El ruido posee propiedades estimulantes a la vez que desestructuradas sobre los procesos cognitivos. Generalmente tiene efectos adversos sobre los procesos de aprendizaje de los niños en etapa escolar, sobre todo si la exposición a ruido ambiental es crónica. En efecto, ante elevados niveles de ruido ambiental los procesos de aprendizaje se retrasan, en tanto la cantidad de errores de comprensión del mensaje hablado crece. Esto incide tanto en los procesos de adquisición de conocimientos en general como en la capacidad de expresarse correctamente en el idioma propio.

Las consecuencias más usuales son el aprendizaje incorrecto de algunos vocablos (por ejemplo, cambiando algún fonema como en el caso de “aujero” por “agujero”), la escritura incorrecta en consecuencia (que en el ejemplo dado bien pudo ser “ahujero” o “augero”), y la comprensión equívoca del concepto (en este ejemplo, el niño no relacionaría el vocablo con la palabra madre “aguja” y, según

la última escritura incorrecta propuesta, hasta la podría relacionar más con “auge” que con “aguja”).

La pérdida auditiva se instala primero en las frecuencias más elevadas, lo que dificulta el reconocimiento de las consonantes, cuyas frecuencias son además fácilmente enmascarables por los ruidos ambientales habituales. Luego, no sólo la comprensión del mensaje, que en nuestro idioma difícilmente se puede reconstruir con un acierto elevado solamente a partir de las vocales (vete ó vente son mensajes opuestos y tienen las mismas vocales) se ve menoscabada, sino que es muy frecuente la recepción de un mensaje erróneo.

Cuando a esto se suman dificultades de aprendizaje, niveles sonoros elevados, enmascaramiento por ruido ambiental, problemas de desarrollo psico-físico o contexto social crítico, los niveles de éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje pueden ser mucho más bajos de lo esperado.

El efecto del ruido sobre la realización de diversas tareas, particularmente intelectuales, tiene dos etapas. En la primera el efecto es perturbador y luego de un proceso de acostumbramiento se recupera parcialmente el rendimiento, pero a costa de mucha fatiga”.

En resumen:

- La comprensión lectora disminuye en presencia de ruido.
- Ante elevados niveles sonoros, ocurren problemas de discriminación auditiva.
- El rendimiento en pruebas de memoria de corto plazo y secuencial (por ejemplo, recordar un conjunto de objetos mostrados, su orden de aparición, los que se omiten en relación al conjunto inicial o pruebas similares) se ve disminuido en presencia de ruido. Esta disminución del rendimiento será tanto mayor cuanto más tiempo se haya tenido al sujeto expuesto al ruido.
- Se observa la ocurrencia de un efecto remanente que prolonga los malos resultados una vez suprimido el ruido. El tipo de sonido, continuo o intermitente, muestra escasa influencia en estos resultados.

- El ruido genera falta de atención y concentración en grupos escolares, aumento de errores, imprecisión en las respuestas, falta de calidad de las mismas, estados de ansiedad, fatiga mental y, como resultado general, bajo rendimiento escolar.
- Los niños más pequeños requieren bajos niveles de ruido para desarrollar las competencias básicas que contribuyen al desarrollo cognitivo y del lenguaje, independientemente de su coeficiente intelectual<sup>(9)</sup>.

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO METODOLÓGICO**

## 4.0 Diseño Metodológico

### 4.1 Tipo de Estudio.

De Campo: Porque se evaluó la problemática de estudio en los alrededores de la Universidad de El Salvador, para poder saber el nivel de contaminación acústica y determinar así qué zona fue la más afectada.

Transversal: Debido a que la investigación se llevó a cabo los días 9,12 y 13 de septiembre del año 2022 en un período en que los alumnos, docentes y demás trabajadores hacen uso de las instalaciones. Para ello se realizaron las mediciones en los horarios de 7:00 am y de 12m debido a que este es el tiempo en el que dicha población utiliza las instalaciones de la universidad.

### 4.2 Investigación Bibliográfica.

Se recopiló información bibliográfica de diferentes artículos científicos, de páginas oficiales y recopilación bibliográfica en las bibliotecas siguientes:

- Biblioteca virtual de la Universidad de El Salvador
- Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM)
- “Dr. Benjamín Orozco”, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
- Revistas electrónicas de EBSCO
- Página oficial de la Organización Mundial de la Salud
- Internet

### 4.3 Investigación de Campo.

#### 4.3.1 Universo.

Todas las Universidades pertenecientes al área metropolitana del municipio de San Salvador.

#### 4.3.2 Muestra.

Universidad de El Salvador, sede central San Salvador

#### 4.3.3 Instrumento.

Encuesta dirigida a los estudiantes y trabajadores de la Universidad de El Salvador.

#### 4.3.4 Desarrollo de la Investigación.

El desarrollo de la investigación de campo se realizó tanto en el campus de la Universidad de El Salvador sede central, como en sus alrededores donde se eligieron distintos puntos para la toma de muestras.

Los puntos seleccionados para la toma de muestras se determinaron de acuerdo a como lo establece la Ordenanza Reguladora; por lo tanto las medidas se efectuaron en el lugar, momento y condición de mayor intensidad de perturbación o interferencia por ruido.

Para realizar las tomas de medidas se seleccionaron 10 puntos, de los cuales se distribuyeron de la siguiente forma: las 7 entradas de la universidad en virtud de ser la forma de ingreso al campus de cada uno de los estudiantes y trabajadores, (señaladas con una flecha roja en figura N° 1), siendo puntos de convergencia de la multitud a ingresar. Así mismo, se seleccionaron dentro del campus universitario 3 puntos de muestreo, que corresponden a los estacionamientos de mayor tamaño, ya que son los puntos más inmediatos de la ciudad al interior de la universidad. Estos puntos evaluados fueron: frente a facultad de medicina, al norte de la facultad de ingeniería y continuo a portón poniente frente a la facultad de ciencias y humanidades (marcadas con un círculo rojo en figura N° 1).

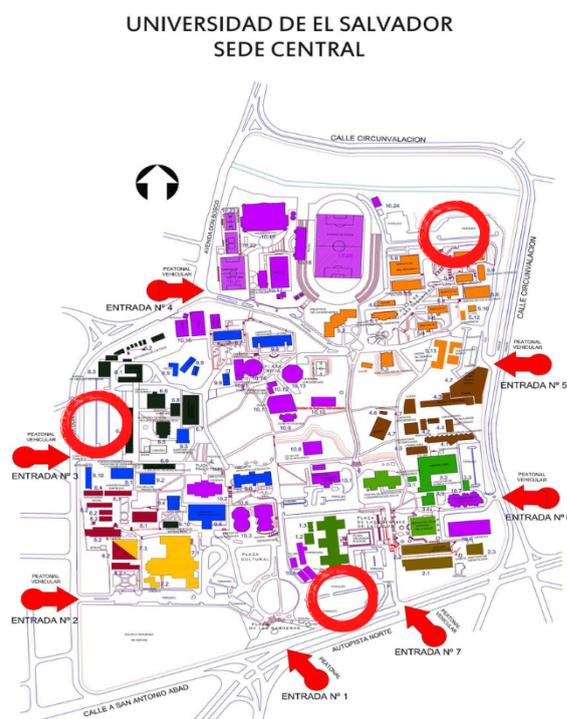


Figura N° 1. Identificación de puntos de muestreo en el croquis de la Universidad de El Salvador en sede central (Croquis Sede Central UES,2021)

Tabla N°1. Distribución de puntos medidos.

<b>Distribución de Puntos a Medir</b>	
<b>Punto</b>	<b>Lugar</b>
1	Entrada hacia Facultad de Odontología.
2	Entrada Minerva.
3	Entrada hacia Facultad de Economía.
4	Entrada hacia Facultad de Ciencias y Humanidades.
5	Entrada hacia polideportivo.
6	Entrada hacia Facultad de Ingeniería.
7	Entrada hacia Facultad de Agronomía.
8	Estacionamiento de la Facultad de Medicina.
9	Estacionamiento de la Facultad de Derecho.
10	Estacionamiento de la Facultad de Ingeniería.

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se realizó una encuesta (Anexo N° 1) dirigida a los estudiantes y trabajadores de la Universidad de El Salvador, con la finalidad de poder identificar el impacto de la contaminación por ruido en la salud de los trabajadores y estudiantes. Dicha encuesta se impartió al azar en las facultades más cercanas a los distintos puntos de muestreo.

La encuesta que se distribuyó a la muestra se dividió en 3 partes. La primera sección se concentró en preguntas personales sobre el encuestado, preguntas para poder saber cuáles y dónde realiza sus actividades la persona encuestada. La segunda sección de dicha encuesta constó de 3 preguntas cerradas para determinar si la población encuestada considera que el ruido es una problemática presente en la Universidad de El Salvador. Finalmente la última sección se concentró en investigar qué síntomas relacionados al ruido presentaba la población y cuáles son estos ruidos que consideraban más molestos o irritantes.

#### 4.3.5. Parte Experimental.

Las mediciones se llevaron a cabo los días 9,12 y 13 de septiembre, en los cuales se midieron cada uno de los puntos seleccionados. Dichas medidas se realizaron de acuerdo a lo establecido en la Ordenanza reguladora de la contaminación ambiental por la emisión de ruidos en el municipio de San Salvador. Se realizaron cada día medidas en el rango 30-70 dB y medidas en el rango 60-100 dB. Todas las medidas fueron tomadas en los horarios de 7 am y 12 del mediodía. Dichas medidas duraron un minuto por rango, en el cual el equipo registró 60 lecturas, obteniendo así un total de 120 lecturas por cada punto. Lo cual nos indica que a lo largo del día se realizaron 2400 lecturas.

El objetivo de realizar las medidas con ambos rangos en cada punto seleccionado fue: el poder tener una mejor lectura en la contaminación acústica presente en la Universidad de El Salvador, y así determinar si esta cumple con los valores establecidos en las diferentes normativas (Ver anexo N° 2).

#### 4.3.5.1 Procedimiento de medición.

Para operar el equipo ver anexo N° 3.

- Se encendió el sonómetro, deslizando el selector encendido.
- Luego se seleccionó la función “instantánea”
- Se programó el rango de medición de 30 a 70 dBA
- Se colocó el sonómetro sobre un trípode a una altura de 1.3 m del piso.
- Se colocó el equipo sonómetro en los puntos de medición.
- Luego se tomaron las respectivas mediciones por minuto.
- Se anotó cada lectura en la hoja de formato de registro de lectura por minuto
- Luego se programó con el rango 60-100 dBA y se volvió a repetir los pasos anteriores.
- Al finalizar la medición el analista se trasladó al siguiente punto.

#### 4.3.5.2 Condiciones de medición

Para mediciones externas:

Los puntos de medición se ubicaron entre 1.30 metros sobre el suelo y a una distancia de 3 metros de las paredes, construcciones u otras estructuras reflectantes siempre y cuando el espacio lo permitio.

#### 4.3.5.3 Tipos de ruido medidos

En dicha investigación medimos tanto el ruido fluctuante como el imprevisto; esto se debe a que gracias al ser el tráfico una variante continuamente cambiante el ruido se mantiene en transformación, dependiendo este de la cantidad y tipos de automóviles presentes en el área que se muestreo.

#### 4.3.5.4 Manejo de datos y análisis estadístico.

Todas las mediciones tomadas, están acompañadas de un informe técnico que contiene la siguiente información:

- Fecha y hora de la medición.
- Identificación del titular de la fuente.
- Identificación del receptor (afectado).

- Tipo de Medición
- Tipo de Ruido
- Croquis del lugar en donde se realizó la medición. Se señalaron las distancias entre los puntos de medición y otras superficies.
- Identificación de otras fuentes emisoras de ruido que se incluyan en la medición. Debiendo especificarse su origen y características.
- Valores de ruido de fondos obtenidos, en el evento que sea necesario.
- Identificación del instrumento utilizado y su calibración, incluyendo marca, modelo, número de serie, clase, etc.
- Observaciones si las hubiera.
- Nombre y firma de la persona que realizó las mediciones.

Toda la información anteriormente detallada se vació en una hoja de control de medición de ruido, de la cual se presenta el formato en el Anexo N° 4.

Cada una de las lecturas obtenidas se anotaron en una hoja de formato de registro de lecturas por minuto (Ver anexo N° 6), estos datos fueron expresados en dB. Con las lecturas obtenidas se realizó un promedio por punto y este se compararon con la normativa establecida; la ordenanza reguladora de la contaminación ambiental por la emisión de ruidos en el municipio de San Salvador, y los lineamientos para ruido comunitario que establece la OMS (Ver anexo N° 2). También se expresaron los valores mínimos y máximos que se consiguieron en cada punto.

Se realizó un análisis estadístico ANOVA con los datos obtenidos durante los tres días de medición, puesto que el método de análisis de varianza se utiliza para comparar las varianzas entre las medias (o el promedio) de diferentes grupos. En este caso se utilizó para saber si las diferencias de las lecturas obtenidas en los tres días de medición, son significativas o no lo son.

Asimismo la información recolectada de las encuestas fueron presentadas en tablas y gráficos, con el objetivo de poder tener una visión más clara sobre los resultados obtenidos.

Posteriormente se elaboró un informe con los resultados obtenidos, y se les presentará a las autoridades pertinentes de la Universidad de El Salvador (Ver anexo N° 12).

#### 4.3.5.5 Instrumento utilizado.

Sound Level Meter. Modelo: SL-4022

Características:

- Pantalla grande, fácil de leer.
- Posee redes de ponderación de frecuencia (A & C) y ponderación de tiempo (rápida/lenta) están diseñadas para cumplir con IEC 61672 clase 1.
- Salida AC para expansión del sistema.
- Calibración incorporada en panel frontal.
- Condensador del micrófono cambiable para una alta precisión y estabilidad a largo plazo.
- Función de retención máxima para almacenar el valor máximo en pantalla.
- Switch para resetear máximos.
- Indicador de advertencia de alta y baja carga
- Pantalla de bajo consumo de energía y lectura clara en condiciones de luz ambiental brillante.
- Se utilizaron componentes duraderos, incluida una carcasa de plástico ABS fuerte y liviana.
- Indicador de batería baja

**CAPITULO V**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## 5.0 Resultados y Discusión de Resultados

5.1 Identificación de los puntos de muestreo para la toma de medidas de los niveles de contaminación acústica en la Universidad de El Salvador y sus alrededores.

Para la toma de datos de los niveles de contaminación sonora obtenidos en la Universidad de El Salvador en la sede central y en sus alrededores, se determinó la posición global de cada una de los puntos seleccionados, utilizando la aplicación Google Maps adquiriendo las coordenadas exactas de toma de muestra. Por lo cual, cada punto de medición posee las siguientes coordenadas:

- Punto N° 1. Entrada Facultad de Odontología: 13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O
- Punto N° 2. Entrada Minerva: 13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O
- Punto N° 3. Entrada Facultad de Economía: 13°42'59.6"N - 89°12' 21.7"O.
- Punto N° 4. Entrada Facultad de Ciencias y Humanidades: 13°43'07.3"N - 89°12' 20.9"O.
- Punto N° 5. Entrada hacia Polideportivo: 13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.
- Punto N° 6. Entrada Facultad de Ingeniería: 13°43'10.7"N - 89°12' 00.2"O.
- Punto N° 7. Entrada Facultad de Agronomía: 13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.
- Punto N° 8. Estacionamiento Facultad de Medicina: 13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.
- Punto N° 9. Estacionamiento Facultad de Derecho: 13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.
- Punto N° 10. Estacionamiento Facultad de Ingeniería: 13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.

## 5.2 Resumen de los resultados obtenidos en todas las mediciones realizadas para cuantificar la contaminación sonora presente en la Universidad de El Salvador y sus alrededores.

Todas las lecturas tomadas fueron anotadas en el formato de registro de lectura por minuto, el cual se presenta en el Anexo N° 6. El registro de todos los datos obtenidos por punto cada día medido se encuentran expresados en los Anexos N° 7, 8 y 9.

En la tabla N° 2 se presenta el resumen de todos los datos obtenidos a lo largo de los tres días de medición. El equipo recolectó en cada punto 60 lecturas por rango, del cual se hizo un promedio por punto de acuerdo al horario medido. Es decir, en la tabla N°2 se expone el promedio de la contaminación sonora obtenido a las 7 am y el promedio obtenido a las 12 del mediodía en cada punto de toma de muestra.

En el primer día medido el total de lecturas promediadas que indican una mayor cantidad de contaminación sonora pertenecen a la entrada peatonal Minerva en el horario de las 7 am, con un dato de 80.4 dB. En el momento de la toma de lecturas se considera que dichos datos se deben a la cantidad de tráfico vehicular presente en este horario; a la cantidad de autobuses, motocicletas y en algunos momentos de la presencia de ambulancias que utilizan la autopista norte. Igualmente es justo mencionar que la entrada Minerva se encuentra aproximadamente frente la intersección de la avenida 25 y la autopista norte; por lo cual existe una gran convergencia automovilística, esto debido a los distintos semáforos que dirigen el tráfico vehicular y peatonal de la zona. Asimismo se puede observar que en el primer día de medición en el horario de las 12 del mediodía, el promedio de contaminación acústica más alto obtenido en este horario, se obtuvo en la entrada hacia la facultad de odontología con una cantidad de 75.4 dB, esto debido a que durante esta toma de lecturas otra ambulancia transitó por la autopista norte, y por lo tanto incrementó la contaminación acústica presente en esta zona.

En el segundo día de medida el promedio más alto del horario 7 am se obtuvo en la entrada hacia la Facultad de Ingeniería, el valor

obtenido fue 74.5 dB. La calle Circunvalación universitaria se encuentra frente a esta entrada, dicha calle cuenta con la característica de que al no poseer ninguna intersección próxima, la mayoría de autos transitan esta vía a una mayor velocidad que en otras entradas a la universidad, si esto es posible. Cabe mencionar que el asfalto de la calle de esta zona se encuentra quebradizo, generando así que el ruido que produce el transcurrir de los autos pueda ser mayor que en otros puntos de muestreo. En el caso del horario de las 12 del mediodía, el valor promedio mayor fue reportado en la entrada hacia la facultad de Ciencias y Humanidades con un dato obtenido de 75.3 dB. Dicho valor se puede relacionar a la presencia de la parada de autobuses frente a dicha entrada. Es válido mencionar que, en el momento de tomar las respectivas medidas, se pudo notar un incremento de dB en las lecturas cuando los autobuses aceleraban sus motores, esto después de hacer una parada para subir o dejar pasajeros. Igualmente existía un incremento de dB con el acelerar de motores de las motocicletas. Cabe remarcar que, frente a esta entrada, se encuentra el acceso hacia el edificio de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), incrementando así igualmente la presencia de autos y de personas que transitan esta vía.

Para el tercer día de medición, el promedio más elevado obtenido en el horario de 7 am fue de 74.36 dB, en la entrada hacia la facultad de Agronomía. Esta entrada cuenta con una parada de autobuses que genera un aumento en la producción de ruido de la vía, además se encuentra frente a la entrada de la colonia El Refugio, ocasionando así convergencia de automóviles que desean incorporarse a la calle Circunvalación universitaria. En cambio el mayor dato recolectado en el horario de las 12 del mediodía, se encuentra nuevamente en la entrada hacia la facultad de Ingeniería, con un nivel promedio de contaminación sonora de 75.89 dB. Como se expuso anteriormente, unas de las posibles causas por el cual esta entrada genera un mayor nivel de contaminación sonora, se puede relacionar con la presencia de grietas y baches en el pavimento de la calle, y por el mayor grado de velocidad que mantienen los automóviles en esta zona.

Tabla N° 2: Resumen de la contaminación acústica presente en la Universidad de El Salvador sede central y en sus alrededores

Punto	Día 1: 09 de sep 2022		Día 2: 12 de sep 2022		Día 3: 13 de sep 2022	
	Promedio 7 am	Promedio 12 m.	Promedio 7 am	Promedio 12 m.	Promedio 7 am	Promedio 12 m.
Entrada Odontología	73.8	75.4	73.5	73.2	71.08	72.25
Estacionamiento Medicina	56.9	55.0	54.4	57.1	57.61	66.17
Entrada Minerva	80.4	70.6	73.6	70.3	70.69	71.21
Estacionamiento Derecho	55.6	54.4	62.1	57.5	52.18	56.66
Entrada Economía	70.7	71.1	72.1	70.7	71.83	70.75
Entrada Ciencias y Humanidades	71.4	72.9	70.2	75.3	69.81	75.32
Entrada Polideportivo	70.1	68.0	68.1	66.4	69.17	69.51
Estacionamiento Ingeniería	45.7	48.5	49.6	49.9	51.73	50.61
Entrada Ingeniería	77.1	74.7	74.5	74.1	73.83	75.89
Entrada agronomía	72.2	70.0	71.4	71.0	74.36	72.26

Fuente: elaboración propia.

\*Límite establecido por la OPAMSS: 55 dB, límite establecido por la OMS: 35 dB.

En la tabla N° 3, se muestran los valores máximos y mínimos obtenidos el día 9 de septiembre del año 2022. Siendo el menor dato 30.7 dB, tomado en el estacionamiento de la facultad de medicina en el horario de 7 am. El valor máximo registrado en todo el día, se obtuvo en la entrada minerva en el horario de 7 am, siendo este dato 104.1 dB. Este dato superior se alcanzó durante el tránsito de una ambulancia por la autopista norte.

De la misma manera se expresan los promedios obtenidos en el exterior de la universidad, es decir en todas las entradas, el cual fue de 73.7 y 71.8 dB para los horarios de 7 am y 12 m respectivamente.

Los promedios obtenidos en los estacionamientos seleccionados fueron de 52.8 dB en la toma de datos de las 7 am, y 51.8 dB para las medidas recolectadas a las 12 del mediodía. Se han dividido los promedios siempre de acuerdo al horario de recolección, por el cual se puede mencionar que en el primer día de medición los datos

obtenidos a las 7 am, fueron superiores a los tomados a las 12 del mediodía.

El promedio general tomado a lo largo del primer día es de 66.7 dB de contaminación sonora.

Tabla N° 3. Promedios y datos relevantes de la medición de contaminación sonora del primer día de evaluación.

<b>Promedios y Datos relevantes</b>		
<b>Valor Mínimo obtenido en el día (dB)</b>	30.7	
<b>Valor Máximo obtenido en el día (dB)</b>	104.1	
<b>Promedio obtenidos en todos los puntos de medición</b>	<b>am (dB)</b>	<b>m (dB)</b>
	67.4	66.1
<b>Promedio obtenidos de todas las entradas de la Universidad</b>	73.7	71.8
<b>Promedios obtenidos de todos los puntos al interior de la Universidad</b>	52.8	51.8
<b>Promedio del día</b>	66.7	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 4, se evidencian el valor máximo y mínimo obtenido el segundo día de medición, así mismo se pueden analizar los promedios obtenidos al interior de la universidad y en sus alrededores, el promedio de todas las lecturas realizadas a lo largo del día y de acuerdo a ambos horarios establecidos.

El valor mínimo de contaminación sonora registrado el día 12 de septiembre fue de 44.8 dB, en el estacionamiento de la facultad de Ingeniería, en el horario de 12 m, la posible razón de dicho dato puede relacionarse, con la distancia existente entre dicho estacionamiento y las calles que rodean a la universidad, por lo tanto, existe una menor cantidad de ruido que importa la vida citadina en esta zona del campus universitario. También puede deberse a la poca cantidad de autos presentes en este estacionamiento, al momento de tomar las lecturas.

El valor más alto registrado de contaminación sonora el segundo día de medición, ha sido en la entrada hacia la facultad de Agronomía en el horario de 7am, con un dato de 89.7 dB.

Los promedios obtenidos de todas las lecturas tomadas, en el horario de 7 am y 12 del mediodía han sido 67.0 dB y 66.6 dB respectivamente, demostrando así como en el segundo día, la mayor cantidad de contaminación sonora registrada ha sido en el horario de 7 am. Este fenómeno se sigue comprobando con los promedios adquiridos, tanto al interior de la universidad como en los alrededores de esta, ya que los datos tomados en los estacionamientos de la universidad, han sido mayor a las 7 am que a las 12 del mediodía, dichos datos han sido 55.4 dB y 54.9 dB respectivamente. Igualmente los datos obtenidos de los alrededores de la universidad para las 7 am es de 72.2 dB, y para las 12 del mediodía 71.6 dB.

El promedio general de todas las lecturas recolectadas a lo largo del segundo día, es de 66.8 dB de contaminación sonora.

Tabla N° 4. Promedios y datos relevantes de la medición de contaminación sonora del segundo día de evaluación.

Promedios y Datos relevantes		
<b>Valor Mínimo obtenido en el día (dB)</b>	44.8	
<b>Valor Máximo obtenido en el día (dB)</b>	89.7	
<b>Promedio obtenidos en todos los puntos de medición</b>	<b>am (dB).</b>	<b>m (dB).</b>
	67.0	66.6
<b>Promedio obtenidos de todas las entradas de la Universidad</b>	72.2	71.6
<b>Promedios obtenidos de todos los puntos al interior de la Universidad</b>	55.4	54.9
<b>Promedio del día</b>	66.8	

Fuente: elaboración propia.

La tabla N° 5 nos presenta nuevamente, los valores mínimos y máximos obtenidos en el tercer día de medición. También nos indica los promedios obtenidos de todas las lecturas realizadas, en el cual podemos mencionar que este día, la mayor cantidad de contaminación sonora se produjo en el horario de 12 del mediodía, el dato obtenido fue 68.06 dB.

Posteriormente, el mayor promedio reportado para todas las entradas de la universidad, también fue superado por el horario de 12 del mediodía, siendo este de 72.45 dB. Asimismo, el mayor valor

de promedios obtenidos de todos los estacionamientos medidos de la universidad, fue de 57.81 dB. Por consiguiente, de todas las lecturas realizadas en el tercer día de medición, existió un mayor nivel de contaminación acústica en el momento del medio día.

El promedio general de todas las lecturas recolectadas a lo largo del tercer día es de 67.14 dB de contaminación sonora.

Tabla N° 5. Promedios y datos relevantes de la medición de contaminación sonora del tercer día de evaluación.

<b>Promedios y Datos relevantes</b>		
<b>Valor Mínimo obtenido en el día (dB)</b>	44.9	
<b>Valor Máximo obtenido en el día (dB)</b>	89.9	
<b>Promedio obtenidos en todos los puntos de medición</b>	<b>am (dB)</b>	<b>m (dB)</b>
	66.23	68.06
<b>Promedio obtenidos de todas las entradas de la Universidad</b>	71.54	72.45
<b>Promedios obtenidos de todos los puntos al interior de la Universidad</b>	53.84	57.81
<b>Promedio del día</b>	67.14	

Fuente: elaboración propia.

5.3 Comparación de los resultados obtenidos con la normativa existente, tanto nacional “Ordenanza Reguladora de la Contaminación Ambiental por la Emisión de Ruidos en el Municipio de San Salvador (OPAMSS)” como internacional (OMS).

En la tabla N° 6 se muestran los promedios de contaminación acústica por día de medición, así mismo se presentan los valores promediados de todas las lecturas tomadas a lo largo de la investigación. En dicha tabla también se remarcan los valores más altos obtenidos durante las tomas de muestras, de los tres valores más altos obtenidos, dos de ellos han sido alcanzados en el punto de la entrada a la facultad de Ingeniería y uno de ellos en la entrada Minerva. Estos tres datos se encuentran casi 20 dB por encima de la normativa que establece la OPAMSS, y casi 30 dB sobre los límites permitidos por la OMS. El valor promedio mínimo obtenido, se encuentra en el punto de estacionamiento de la Facultad de Ingeniería, alcanzando el nivel más bajo de 47.1 decibeles.

Con dicha información podemos observar como 9 de los puntos medidos, se encuentran por encima de los límites establecidos por la normativa nacional e internacional siendo los promedios obtenidos mayores de 55 dB y 35 dB respectivamente. Y siendo el único punto medido que respeta la normativa nacional sobre contaminación acústica, según la presente investigación es el estacionamiento de la Facultad de Ingeniería ya que su valor promedio en los tres días evaluados se encuentran por debajo de los límites establecidos.

Tabla N° 6. Promedios de contaminación ambiental por días medidos.

Punto	Día 1 (dB)	Día 2 (dB)	Día 3 (dB)	Promedio por punto (dB)	Límite OMS (dB)	Límite OPAMSS (dB)
Entrada Odontología	74.6	73.4	71.665	73.2	35.0	55.0
Estacionamiento Medicina	56.0	55.8	61.89	57.9		
Entrada Minerva	75.5	72.0	70.95	72.8		
Estacionamiento Derecho	55.0	59.8	54.42	56.4		
Entrada Economía	70.9	71.4	71.29	71.2		
Entrada Ciencias y Humanidades	72.2	72.8	72.565	72.5		
Entrada Polideportivo	69.1	67.3	69.34	68.6		
Estacionamiento Ingeniería	47.1	49.8	51.17	49.3		
Entrada Ingeniería	75.9	74.3	74.86	75.0		
Entrada agronomía	71.1	71.2	73.31	71.9		

Fuente: elaboración propia.

En el gráfico de la figura N°2, se muestra como los promedios obtenidos de todas las lecturas por día, se comportan muy similares entre sí.

En gráfico de la figura N° 3, se comparan todos los promedios obtenidos del total de mediciones por punto, con las normativas previamente establecidas. Podemos observar entonces como, con las lecturas realizadas en el campus de la Universidad de El Salvador en la sede central, solo un punto cumple con los niveles de contaminación acústica, que establecen las diferentes normativas estipuladas para la zona educativa e institucional. La única zona

medida que cumple con la normativa planteada por la OPAMSS, es el estacionamiento de la facultad de Ingeniería.

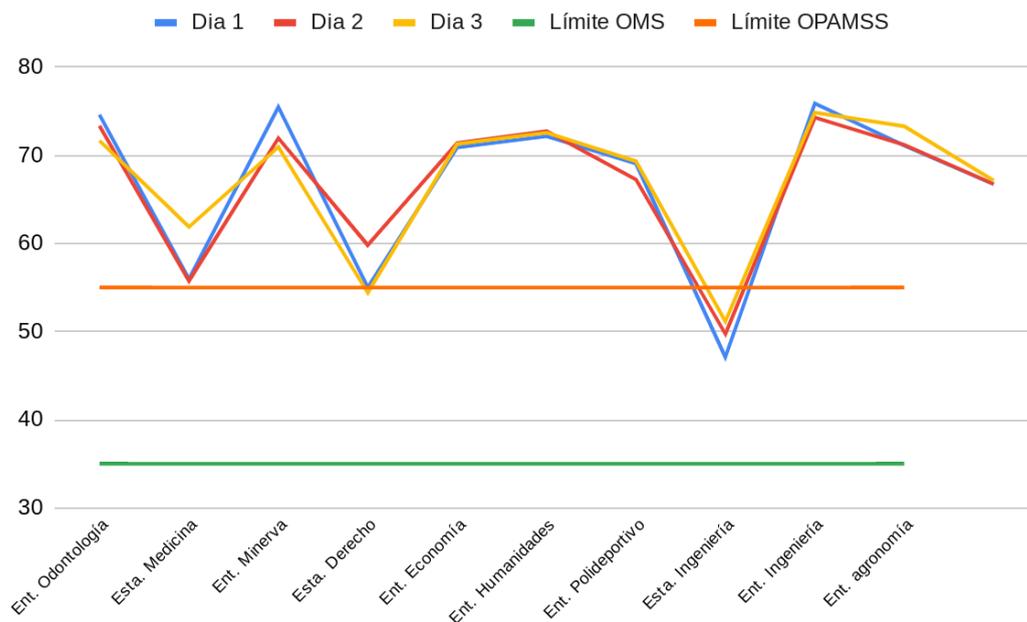


Figura N° 2. Gráfico comparativo de la contaminación acústica presente en la Universidad de El Salvador por día vs. la Normativa establecida. Fuente: elaboración propia.

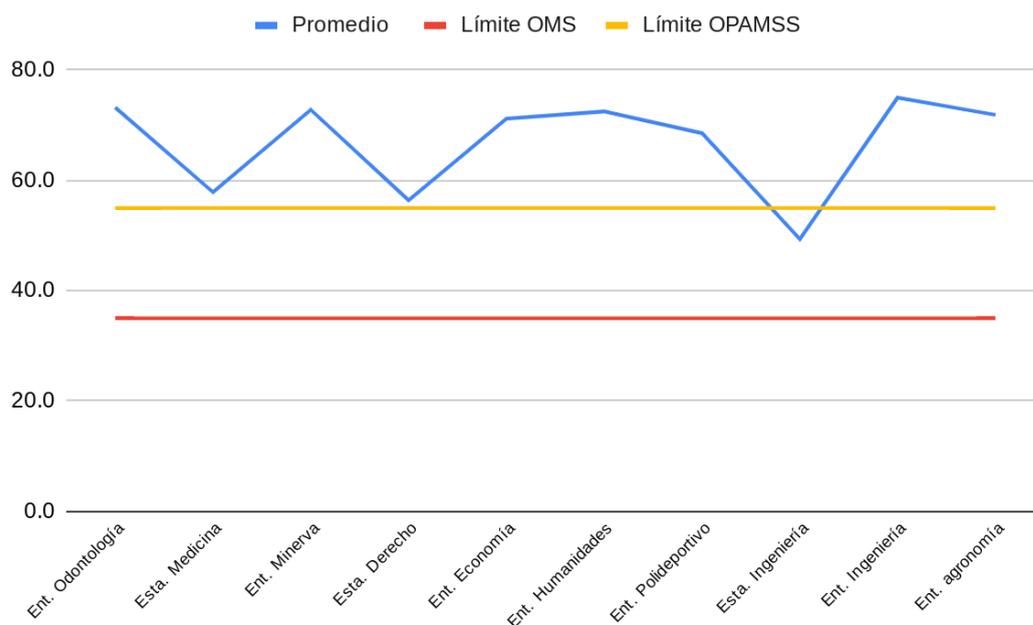


Figura N° 3. Promedio de contaminación acústica por punto medido. Fuente: elaboración propia.

El análisis estadístico se realizó por método ANOVA, el objetivo de este análisis es contrastar la hipótesis, que indica que las diferentes medidas obtenidas tienen una varianza no significativa ( $H_0$ ). Es decir, que entre las medias obtenidas en los días 9, 12 y 13 de septiembre no existen diferencias significativas. Por lo tanto, se realizó el análisis ANOVA y del cual los datos obtenidos se pueden apreciar en la tabla N° 7.

Para poder aceptar o rechazar la hipótesis, se comparó el valor F y el valor F crítico, el cual nos damos cuenta que el valor F es menor que el valor crítico. Y por lo tanto se aprueba la hipótesis nula sobre igualdad de los datos obtenidos De igual forma se analizó el p-value o el valor de significación, en el cual se compara con el menor nivel de significación al que se rechazaría la hipótesis nula, dicho valor es 0.05. El p-value obtenido en el análisis es mayor de 0.05, por consiguiente aceptamos la hipótesis nula y decimos que las varianzas de los diferentes días medidos no son significativas.

Por ende, con los datos obtenidos del análisis ANOVA, el cual es el método más exacto para calcular la variabilidad de un sistema de medición, podemos suponer que las medidas tomadas de la contaminación por ruido, en la Universidad de El Salvador en la sede central y en sus alrededores, son similares entre sí, y por lo tanto se deduce una posible existencia de contaminación acústica en esta zona.

Tabla N° 7. Análisis de datos con el Método ANOVA.

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dia 1	10	667.31	66.731	103.5815		
Dia 2	10	667.5	66.75	73.73111		
Dia 3	10	671.46	67.146	69.83928		
Análisis de Varianza						
Origen de la Variación	SS (Suma de cuadrados)	DF (Grados de libertad)	MS (Promedios de los cuadrados)	F	Probabilidad o p-value	Valor crítico para F
Entre grupos	1.09800666	2	0.5490033	0.006663	0.993359832	3.354130829

Dentro de los grupos	2224.3679	27	82.383999			
Total	2225.4659	29				

Fuente: elaboración propia.

#### 5.4. Identificación del impacto de la contaminación por ruido en la salud de los trabajadores y estudiantes expuestos a la contaminación sonora proveniente de los alrededores y del interior de la Universidad de El Salvador.

Para poder tener una visión más amplia, de cuanto la contaminación acústica afecta a los trabajadores y a los estudiantes de la Universidad de El Salvador en la sede central, se realizó una encuesta con un muestreo aleatorio simple. La encuesta impartida a la muestra seleccionada se encuentra en el anexo N° 1. Dicha encuesta se realizó al azar cerca de los distintos puntos de muestreo y se tomaron 40 encuestas.

La primera parte de la encuesta se centró en preguntas personales y generales sobre el encuestado, preguntas para poder saber cuales y donde realiza sus actividades la persona a encuestar. Estas preguntas se resumen en saber la edad, la facultad a la que pertenece y si es trabajador o estudiante de la universidad.

Con una muestra de 40 encuestados, las edades entre dicha población se encuentran de la siguiente forma: 25 personas que se encontraban entre los 18 a 24 años, representando así un 62.5 % de la muestra total. Las personas que se encontraban entre los 25 y 30 años encuestadas fueron 8, obteniendo así un 20% de la muestra total, dejando así con un 17.5 % a las personas que son mayores de 30 años. (Figura N° 4)

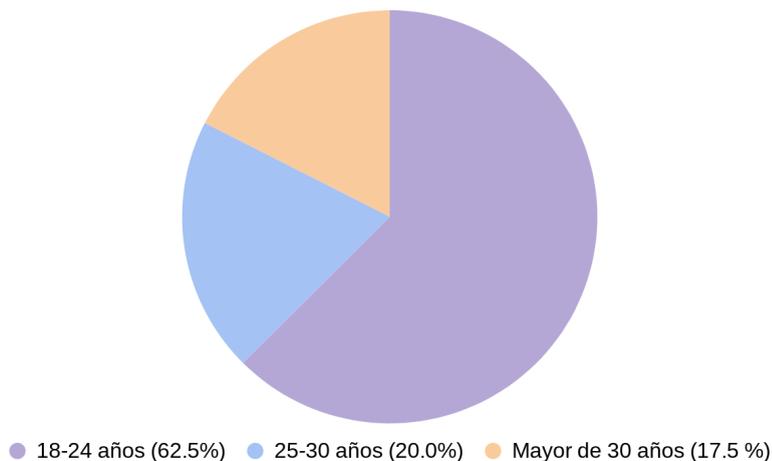


Figura N° 4. Edades en porcentaje de la muestra encuestada.

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se indagó en los encuestados a qué facultad pertenecían. De dicha pregunta se obtuvieron los datos de la figura N° 5, en la cual se puede comprender que la mayor cantidad de encuestados pertenecían a la Facultad de Economía, seguidos de la Facultad de Agronomía.

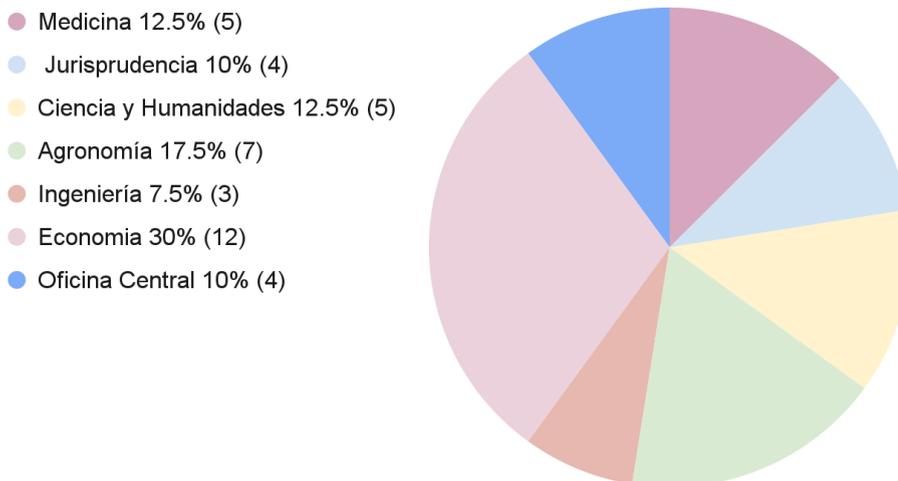


Figura N° 5. Facultad de los encuestados. Fuente: elaboración propia.

De dicha encuesta también se obtuvo, que la cantidad de personas encuestadas pertenecientes al sector de trabajadores de la universidad conforman un 25% de la encuesta, por lo tanto los estudiantes encuestados se resumen a un 75% de encuestados. (Figura N° 6)

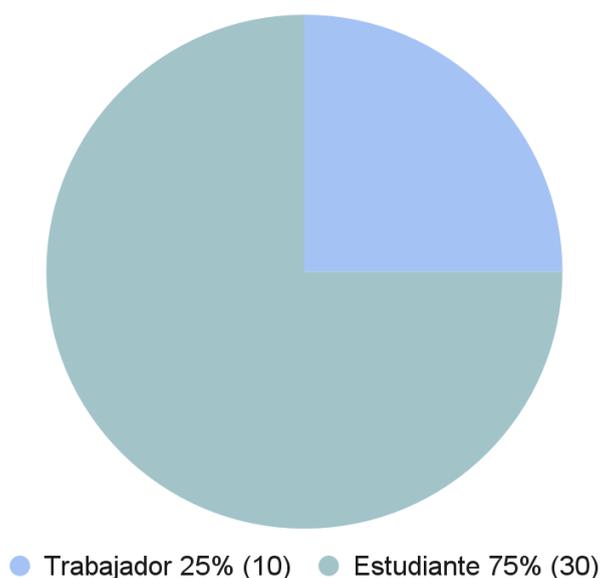


Figura N° 6. Actividades realizadas por los encuestados.  
Fuente: elaboración propia.

La primera pregunta fue: ¿Considera usted que la contaminación sonora está presente en la Universidad de El Salvador?. Del cual 36 personas contestaron que sí consideran que existe contaminación sonora en la Universidad, y solamente 4 personas contestaron que no consideran que existe contaminación acústica en la universidad de El Salvador. (Figura N° 7)

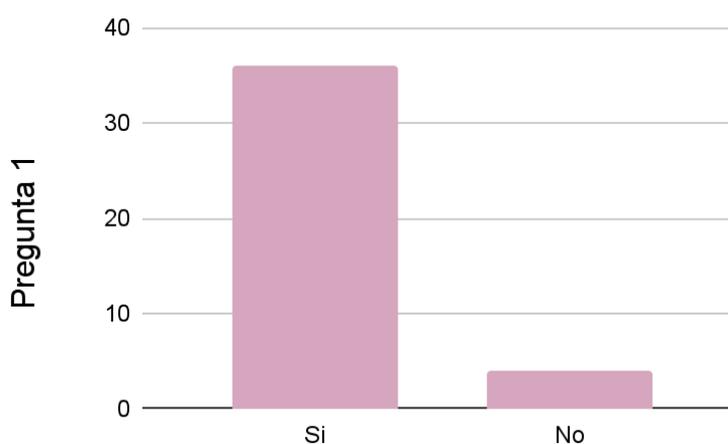


Figura N° 7. Respuestas pregunta 1. Fuente: elaboración propia.

La segunda pregunta se presentó de la siguiente manera: ¿Considera que el ruido elevado puede dañar la salud humana, afectar el rendimiento académico de los estudiantes, e interferir en las

actividades de los trabajadores de la Universidad?. En esta interrogante 39 personas consideraron que el ruido puede brindar complicaciones en la salud humana, afectar en el rendimiento académico de los estudiantes, e interferir en las actividades de los trabajadores y solamente una persona contestó que considera que el ruido no interfiere con lo antes mencionado. (Figura N° 8)

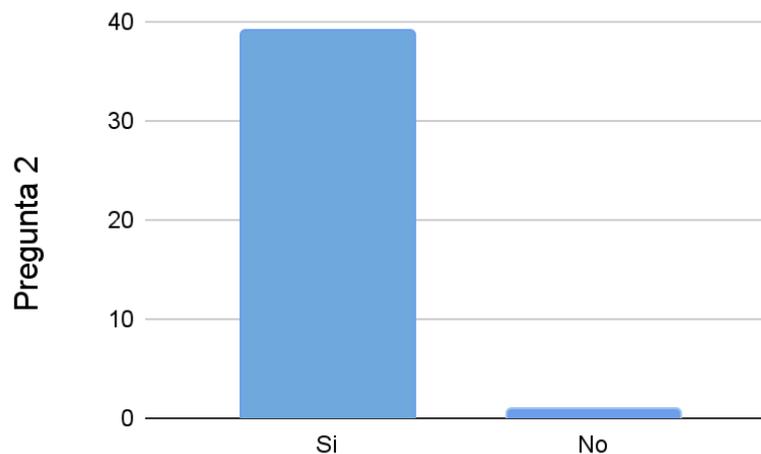


Figura N° 8. Respuestas pregunta 2. Fuente: elaboración propia.

La tercera pregunta trataba de indagar si el individuo como tal, se encuentra influenciado por la contaminación acústica presente en la universidad. Por lo cual la tercera pregunta decía: ¿Considera que el ruido ha interferido en las actividades que tiene que realizar en la universidad en su día a día?.

De dicha interrogante, solo 25 personas respondieron que, si se sentían afectados por la cantidad de contaminación sonora presente en la universidad, al momento de desarrollar sus diferentes actividades, y 15 personas contestaron que el ruido presente en la universidad no interfieren en sus actividades diarias. (Figura N° 9)

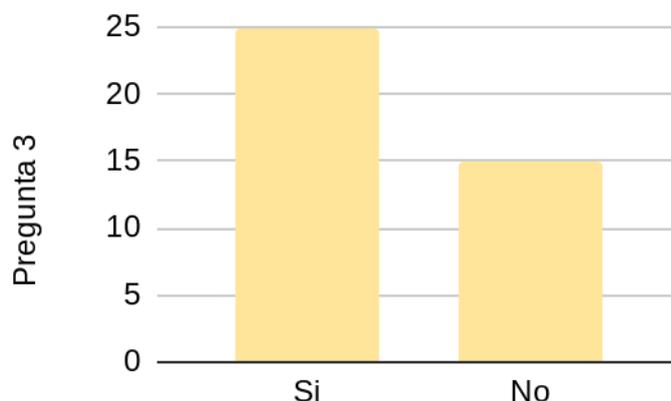


Figura N° 9. Respuestas pregunta 3. Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta las primeras 3 preguntas podemos decir, que a pesar de que la mayoría de personas, casi la totalidad de encuestados, considera que existe contaminación sonora en la universidad y que considera que esta puede traer diferentes consecuencias, solo un 62.5 % de encuestados manifiestan que si se sienten afectados por dicha problemática en su día a día. Lo cual se puede interpretar de dos maneras: 1. Que solo una parte de la población encuestada ve como un problema la contaminación sonora o 2. Que un porcentaje de la población se encuentra ya insensibilizada hacia dicho problema, tomándolo como inevitable y ni siquiera le brinda importancia.

La última parte de la encuesta se enfoca en descubrir, si la población encuestada presenta los síntomas de malestar más comunes generados por la contaminación acústica, y cuáles son las fuentes generadoras de ruido que más les molestan.

En la cuarta pregunta, se les dio a cada encuestado una pequeña lista de síntomas o molestias relacionados a la contaminación sonora, y se les pidió marcar todos aquellos a los que se sentían relacionados. Las respuestas obtenidas se muestran en la figura N° 10.

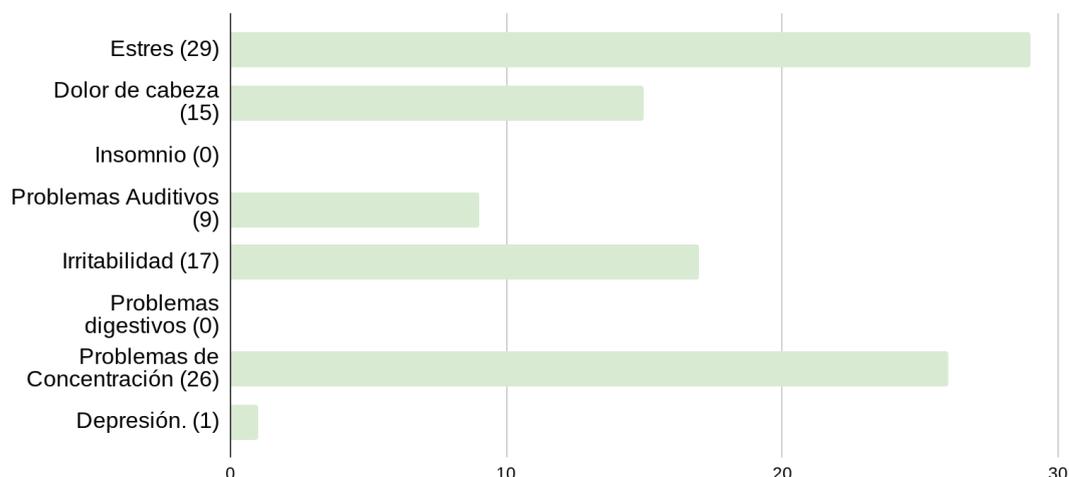


Figura N° 10. Molestias o síntomas presentados por la población encuestada.  
Fuente: elaboración propia.

En la figura N° 10, podemos analizar como todos los encuestados sufren una o múltiples molestias relacionadas a la presencia del ruido, siendo la más frecuente el estrés, esto quiere decir que un total de 72.5% de nuestra muestra se siente estresado. Asimismo, la segunda sintomatología más frecuente entre los encuestados son los problemas de concentración, un 65% de personas presenta dicha molestía. Cabe mencionar que ningún encuestado manifiesta que posee insomnio ni problemas digestivos, y solo una persona mencionó que se siente con problemas de depresión.

En dicha pregunta resaltamos que 9 personas han contestado que ya presentan directamente problemas auditivos, correspondiendo así a un 22.5% de nuestra muestra.

Un hallazgo interesante con este dato, surge al momento de verificar las edades de las personas que respondieron que ya manifiestan problemas auditivos; por qué se espera que la mayoría de personas con dicha problemática se encuentre entre personas de mayor edad, más sin embargo, con esta encuesta se descubrió que según nuestra muestra las personas que poseen problemas auditivos son en su mayoría jóvenes, esto se muestra en la tabla N° 8 debido a que, solo una persona arriba de los 30 años respondió que posee problemas de audición. La presencia de contaminación acústica en la universidad puede suponer una posible causa de este fenómeno.

Tabla N° 8. Edades de las personas de la muestra que poseen problemas auditivos.

Edad	Frecuencia
20 años	3
21 años	2
23 años	1
26 años	2
60 años	1

Fuente: elaboración propia.

Para finalizar con la encuesta, se quiso conocer o identificar cuáles eran las fuentes de ruido principales que mayor molestias generaban en la población muestreada, por lo tanto se les dio un pequeño listado de las fuentes de ruido más frecuentes en la universidad, y ellos seleccionaron cuales sentían que generaban más ruido. Las respuestas obtenidas se resumen en la figura N° 11.

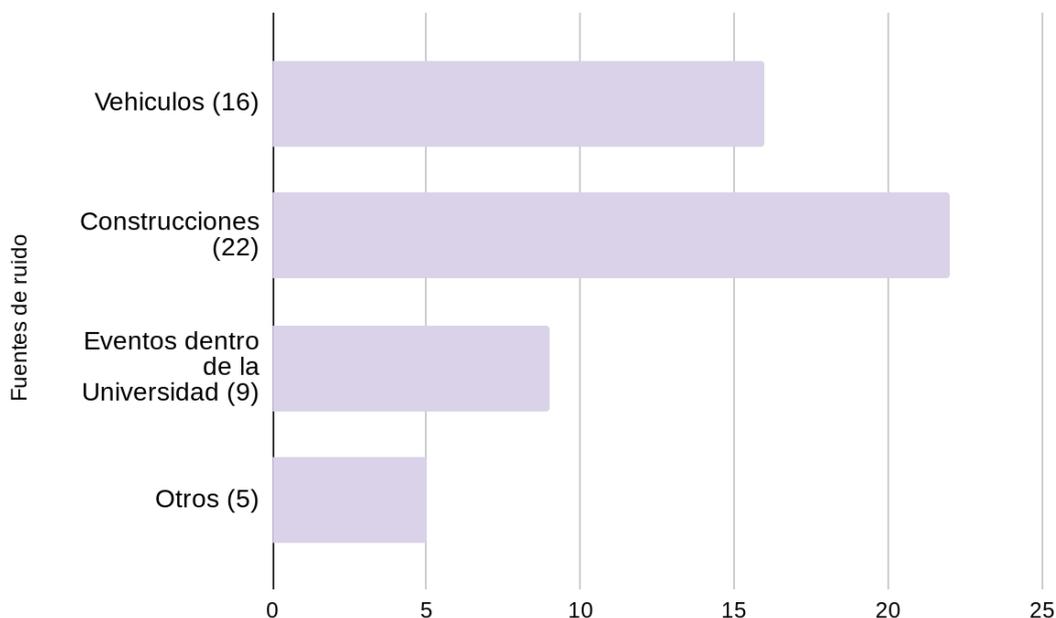


Figura N° 11. Fuentes de ruido más molestas para la población encuestada.  
Fuente: elaboración propia.

La fuente de ruido que la población encuestada considera más molesta, es la contaminación sonora causada por las construcciones al interior de la universidad, el segundo lugar es tomado por el ruido de los vehículos, y en último lugar se encuentran los diferentes eventos que se realizan en la universidad. Los encuestados agregaron otras fuentes de ruido que consideran que generan molestias en la universidad y estas fueron: maquinaria de mantenimiento de la universidad como las podadoras. También mencionaron que muchas veces el ruido que generan las mismas personas, al mantener distintas conversaciones es muy molesto e interfiere al momento de estudiar, debido a que muchas veces alzan la voz o se encuentran demasiadas personas hablando al mismo tiempo.

5.5 Informe de los resultados obtenidos en la medición de contaminación acústica en la Universidad de El Salvador en la sede central y en sus alrededores.

Se desarrolló un informe de resultados para presentar a la UNAUES formalmente los resultados obtenidos, el cual se estructura de la siguiente forma:

- Introducción.
- Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones

Con la presentación del informe, las autoridades conocieron de primera mano la problemática y así poder remarcar la cantidad de contaminación sonora presente en la sede central de la Universidad de El Salvador. Motivando así, a tomar las medidas necesarias para que se reduzcan los efectos que la contaminación sonora produce, mejorando la organización vehicular dentro de la universidad, haciendo conciencia sobre la contaminación sonora a trabajadores y estudiantes, entre otras alternativas que plasmamos en las recomendaciones.

La carta remitida a la UNAUES y el informe de resultados presentados a dicha organización se encuentran en el Anexo N° 11 y 12 respectivamente.

**CAPITULO VI  
CONCLUSIONES**

## 6.0 Conclusiones

1. Según los resultados obtenidos, el 90% de los puntos de muestreo sobrepasan los límites establecidos de contaminación acústica por la normativa nacional, por lo que se concluye que existe una moderada contaminación sonora en la sede central de la Universidad de El Salvador.
2. El único punto medido que respeta las normativa nacional sobre contaminación acústica, es el estacionamiento de la facultad de Ingeniería siendo el valor promedio de los tres días evaluados, en este punto de 47.1 dB, por lo que se encuentra por debajo de los límites establecidos en la normativa nacional establecida por la OPAMSS, sin embargo se encuentra por encima de los límites estipulados por la normativa internacional establecida por la OMS.
3. Según el análisis ANOVA realizado, podemos concluir que: las medidas tomadas en la Universidad de El Salvador en la sede central y en sus alrededores, no poseen diferencias significativas, y por lo tanto se determina que con los datos recolectados, se puede comprobar que existe una posible contaminación acústica en esta zona.
4. Mediante el uso de la encuesta se concluye que, la población universitaria a raíz de la contaminación acústica, está siendo afectada ya que esta demuestra ser un factor que afecta la salud humana, e interfiere en el rendimiento académico de los estudiantes y en las actividades cotidianas de los trabajadores; siendo el estrés y los problemas de concentración, las afecciones más recurrentes en la salud estos.
5. La fuente generadora de ruido más molesta o desagradable, para los estudiantes y trabajadores de la Universidad de El Salvador en la sede central, son las presentes construcciones alrededor del campus y el tráfico vehicular.

**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## 7.0 Recomendaciones

1. En colaboración con la unidad ambiental de la Universidad de El Salvador (UNAUES) y las asociaciones estudiantiles de cada facultad, se recomienda que se lleven a cabo campañas de concienciación sobre la importancia de prevenir la contaminación sonora y sus efectos negativos en la salud humana.
2. Mejorar el control y la organización de los vehículos que ingresan al campus universitario, haciendo un atento llamado a la Oficina de Desarrollo Vehicular de la Universidad de El Salvador, para fijar los espacios utilizados como estacionamiento en el campus y no sobrepasar los límites ya establecidos, a fin de que los automóviles y motocicletas se encuentren alejados de las aulas y oficinas donde los estudiantes y trabajadores realizan sus actividades cotidianas.
3. Señalizar las áreas de trabajo, de manera que tanto estudiantes y trabajadores respeten los niveles de ruido permitido en la zona, con ayuda de la UNAUES y la asociación de estudiantes de cada facultad.
4. Impulsar el uso de la bicicleta y el caminar, con el objetivo de promover la disminución del uso del automóvil, para ello se le aconseja a la municipalidad la creación de ciclovías y la remodelación de aceras para que los peatones puedan utilizar estas rutas para dirigirse a la universidad.
5. Reparar las carreteras que rodean la universidad de El Salvador, con la cooperación de la Dirección Nacional de Obras Públicas, ya que al estar en mal estado aumenta la contaminación sonora generada por el tráfico vehicular.

## Bibliografía

1. MARTINEZ, E. 2004. Contaminación atmosférica. Edición única. Madrid, España.
2. Limaylla Cruz J. (2019). Evaluación de la contaminación acústica en el centro urbano de la ciudad de Huánuco que influye en la calidad de vida de la población. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion. Cerro de Pasco Perú. (2019).
3. Ortiz Pineda W., Elaboración de mapas de ruido y propuestas de solución para la reducción del ruido en las empresas: Implementos agrícolas de Centro America (IMACASA), Omni Music School (OMS), y Sala de ventas Omni Music (OM) de la ciudad de Santa Ana, en contribución a la salud auditiva del trabajador, (2010). (Pág 24-31)
4. MARTÍNEZ, J. 2015. Contaminación acústica y ruido. Segunda edición. Madrid, España.
5. Garcia Membreño J. C., Reyes Reyes M. L. Determinación de la contaminación sonora causada por el ruido vehicular en los alrededores de los hospitales ubicados sobre la 25 avenida norte de San Salvador. Universidad de El Salvador. San Salvador. El Salvador. (2021)
6. Mendez Lozano C., Garcia Garcia R. Contaminación acústica por ruido en la Ciudadela Brisas de Procarsa- Duran generado por industria aledaña al sector. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. (2020).
7. Schafer, R. M. El rinoceronte en el aula. Ed. Ricordi, Buenos Aires. (1975). pág. 24.
8. Ugarte, W. Relaño, L, Mosqueda, D. y González, A. La contaminación acústica vista desde la Escuela Secundaria Básica. Revista de didáctica ambiental, Guantanamo, Cuba, Vol 1, n°9, (2011) pág. 1-9
9. Gonzalez E., Contaminación Sonora y Derechos Humanos. Montevideo Uruguay. Pag 33-67
10. El Siglo (2012). "El ruido afecta a los árboles". La Verde (Panamá). <http://www.elsiglo.com/mensual/2012/04/04/contenido/494936.asp>. en Berglund, B.; Lindvall, T. (1995). Community Noise. Documento preparado para la Organización Mundial de la Salud.
11. Van Kamp, I; Lam, KC; Brown, AL; Wong, TW; Law, CW. (2012). Sleep-disturbance and quality in Hong Kong in relation to nighttime noise exposure. Acoustics 2012 Hong Kong
12. Bernabeu Taboada, D. (2009). Efectos del Ruido sobre la Salud. Biblioteca-Médica Ruido (PEACRAM) - Plataforma Estatal de Asociaciones Contra el Ruido (PEACRAM).

13. Weedon, V. Puntos de vista de una víctima de agresión acústica. Primeras Jornadas Internacionales Multidisciplinarias sobre Violencia Acústica. [http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/val\\_esp.htm](http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/val_esp.htm)
14. Ramírez, J. M. (2006). Bioquímica de la agresión. Psicopatología Clínica, Legal y Forense, Vol. 5, 2006, pp 43 - 66
15. Bernabeu Taboada, D. (2009). Efectos del ruido sobre la Salud. Biblioteca-Médica Ruido (PEACRAM) - Plataforma Estatal de Asociaciones Contra el Ruido (PEACRAM).
16. Morales, P., Urosa, B. y Blanco, A. Construcción de escalas de actitudes tipo Likert: Una guía práctica. Cuadernos de Estadística. 26. Madrid, España. La Muralla-Hespérides. (2003).
17. García Sanz B., Garrido F. La contaminación acústica en las sociedades modernas. nº 12, España, Barcelona, Fundación "La Caixa", Colección de Estudios Sociales, (2003). (Pág 9, 19-20 )
18. Manual de Operación Sound Level Meter Model SL- 4022 IEC 61672-1-2013, class 1
19. Alcaldía Municipal de San Salvador. "Ordenanza Reguladora de la contaminación ambiental por la emisión de ruidos en el municipio de San Salvador". (2003)
20. Aguilar A., Rodríguez Cid., Mediavilla Aguilar. Ruido ambiental y capacidad auditiva en estudiantes universitarios. Universidad de Barcelona, Universidad de Granada. Barcelona. (2001).
21. Chaux-Álvarez L.M, Acevedo-Buitrago B., (2019) Evaluación de ruido ambiental en alrededores a centros médicos de la localidad Barrios Unidos, Bogotá.
22. Granados C. Contaminación acústica por ruido de aeronaves en la localidad de Suba Barrios Turingia y Pinar de Suba de Bogotá. Universidad de San Buenaventura sede Bogotá, Facultad de ingeniería. Bogotá, Colombia. (2017).
23. Lira Camargo Z.R, Alfaro Cruz S.C, Villanueva Tiburcio J.E., (2020) Contaminación sonora en la ciudad de Barranca-Lima-Perú.
24. Terrádez, Manuel, and Angel A. Juan. "Análisis de la varianza (ANOVA)." *Catalunya: Universidad Oberta de Catalunya* (2003).
25. ARBELÁEZ, Marcela Botero; SALAZAR, Osiel Arbeláez; VARGAS, Jairo A. Mendoza. Método ANOVA utilizado para realizar el estudio de repetibilidad y reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición. *Scientia et technica*, 2007, vol. 1, no 37.

**ANEXOS**

## Anexo N° 1. Formato de encuesta



Universidad de El Salvador.  
Facultad de Química y Farmacia.



“Determinación de la contaminación Acústica en la Universidad de El Salvador y sus alrededores”

Encuesta sobre los efectos de la contaminación acústica en los estudiantes y trabajadores de la Universidad de El Salvador.

Edad : \_\_\_\_\_ Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_ Trabajador  Estudiante

Facultad a la que pertenece:

---

1. ¿Considera usted que la contaminación sonora está presente en la Universidad de El Salvador?

Si  No

2. ¿Considera que el ruido elevado puede dañar la salud humana, afectar el rendimiento académico de los estudiantes e interferir en las actividades de los trabajadores de la Universidad?

Si  No

3. ¿Considera que el ruido ha interferido en las actividades que tiene que realizar en la universidad en su día a día?

Si  No

4. ¿Ha sentido alguna de las siguientes molestias producidas por el ruido? (Marque los síntomas con los que se sienta identificado)

Estrés <input type="checkbox"/>	Irritabilidad <input type="checkbox"/>
Dolor de cabeza <input type="checkbox"/>	Problemas digestivos <input type="checkbox"/>
Insomnio <input type="checkbox"/>	Problemas de concentración <input type="checkbox"/>
Problemas Auditivos <input type="checkbox"/>	Depresión <input type="checkbox"/>

5. ¿Cuáles de las siguientes fuentes considera que generan más ruido en la Universidad de El Salvador?

Vehículos <input type="checkbox"/>	Ruidos por construcciones <input type="checkbox"/>
Eventos dentro de la universidad <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>

## Anexo N° 2. Valores aceptados según la normativa

### 1. Lineamientos para ruido comunitario (OMS, 1995)

Ambiente Específico	LAeq (dBA)	LAmx. (dBA)
Exteriores de zonas de vivienda	50-55	55
Interior de vivienda Interior de dormitorio	35 30	45
Exterior de dormitorios	45	60
Aulas escolares y preescolares, interior	35	35
Hospital, dormitorios de guardia, interior	30	30
Hospitales, habitaciones, inferior	Lo menor posible	

2. Niveles Máximos Permisibles NMP de ruidos según la Ordenanza reguladora de la contaminación ambiental por la emisión de ruidos en el municipio de San Salvador.

Zona	Horario	NMP dB (A)
Habitacional, hospitalaria, Educativa e institucional	06:01-22:00 hrs. 22:01-06:00 hrs.	55 45
Industrial y comercial	06:01-22:00 hrs 22:01-06:00 hrs	75 70

### **Anexo N° 3. Procedimiento de Medición en el equipo**

- Deslizar el "selector de apagado/encendido" a la posición "encendido". En el cual 0 = Apagado, 1 = Encendido
- Para la lectura de pantalla instantánea, deslizar el "selector de pantalla instantánea y retención máxima" a la posición "instantánea". Aplicación general seleccionar siempre la función " Instantánea ".
- Deslizar el selector de ponderación de A/C a la posición "A" o "C" para medir el nivel de sonido.  
Nota: para seleccionar la red de ponderación de frecuencia A/C correctamente leer la tabla de especificaciones.
- Determinar el rango de medición adecuado seleccionando el "selector de rango" para minimizar la tolerancia de lectura. Cuando la esquina izquierda de la pantalla LCD muestra el indicador " ▲ ", muestra que la selección del rango dB es un ajuste superior o inferior. Deslizar el selector de rango a otro rango para medir.
- Según varias fuentes de sonido de medición, seleccionar el "selector de ponderación de tiempo" en la posición "F" (Rápido) o "S" (Lento). Por lo general, seleccionar el "Selector de ponderación de tiempo" en la posición "F"
- Sostener el instrumento en la mano y apuntar el micrófono a la fuente de ruido medida, el nivel de sonido se mostrará en la unidad "dB" (decibelios).
- Para obtener la retención máxima durante la medición del nivel de sonido, con la intención de mantener el valor máximo (pico) en la pantalla, deslizar "Retención máxima y selector de visualización instantánea" a la posición "Retención máxima".

Nota :

A . Durante la operación de la "función de retención máxima", presionar el "botón de reinicio para la función de retención máxima" de vez en cuando para restablecer el valor de pico máximo.

B. Si no se utiliza la función "Retención máxima", se debe seleccionar el "Selector de visualización instantánea y retención máxima" en la posición "Instantánea".

### Anexo N° 4. Hoja de control de medición de ruido

		<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>				
		Universidad de El Salvador				
		Facultad de Química y Farmacia				
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central			
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226				
<b>Receptor (Afectado)</b>				<b>Tipo de Ruido</b>		
<b>Fecha</b>		<b>Temperatura</b>		<b>Humedad relativa</b>		
<b>Rango</b>						
<b>N° Punto</b>	<b>Coordenada</b>	<b>Hora</b>		<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
<b>Observaciones</b>						
<b>Analistas</b>				<b>Firma</b>		
				<b>Firma</b>		

## Anexo N° 5. Croquis y distancias entre cada punto medido

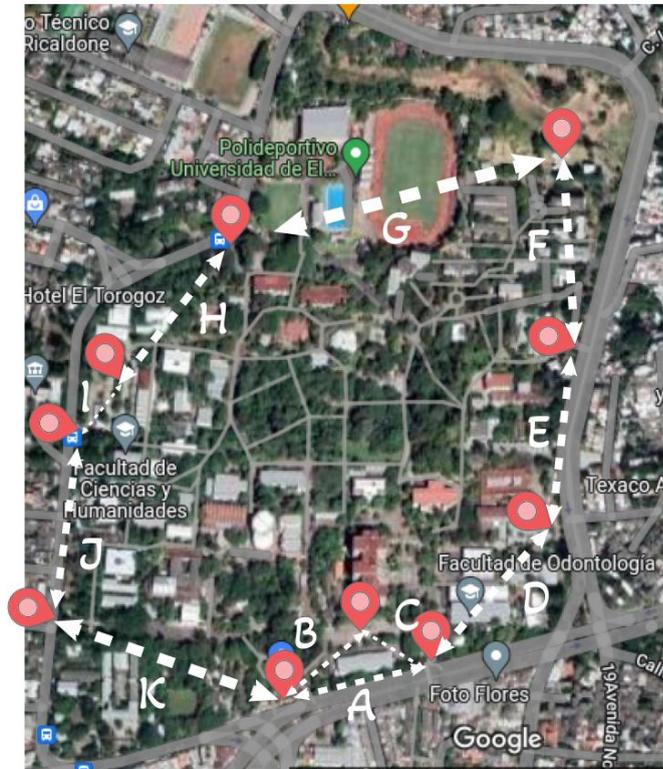


Figura N° 12. Croquis y distancias entre cada punto medido.  
Fuente: Google Maps

- Distancia A: 155.07 mts.
- Distancia B: 116.42 mts.
- Distancia C: 82.47 mts.
- Distancia D: 225.70 mts.
- Distancia E: 227.05 mts.
- Distancia F: 211.07 mts.
- Distancia G: 308.81 mts.
- Distancia H: 350.94 mts.
- Distancia I: 66.53 mts.
- Distancia J: 239.78 mts.
- Distancia K: 314.18 mts.

### Anexo N° 6. Formato de registro de lectura por segundo

	<b>Universidad de El Salvador.</b>				
	<b>Facultad de Química y Farmacia.</b>				
	<b>Formato de registro de Lectura por Minuto</b>				
<b>Lugar y coordenada</b>		<b>Rango:</b>		<b>Hora:</b>	
<b>Fecha:</b>		<b>Temperatura:</b>		<b>Húmedad Relativa:</b>	
<b>Equipo:</b>	Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226				
<b>Lecturas por segundo:</b>					
<b>Observaciones</b>					
<b>Analistas:</b>				<b>Firma:</b>	
				<b>Firma:</b>	

**Anexo N° 7**  
**Hoja de control de medición de ruido, primer día**

	<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>					
	<b>Universidad de El Salvador</b>					
	<b>Facultad de Química y Farmacia</b>					
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central			
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226				
<b>Receptor (Afectado)</b>		Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante	
<b>Fecha</b>		09/09/2022	<b>Temperatura °C</b>	23.6	<b>Humedad relativa</b>	89%
<b>Nº Punto</b>	<b>Coordenada</b>	<b>Hora (am)</b>		<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O	7:36		63.3	87.8	73.8
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O	7:42		70.0	100.5	80.4
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.	7:51		61.6	83.9	70.7
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.	7:57		62.6	82.9	71.4
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.	8:10		61.0	81.2	70.1
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.	8:31		63.4	87.6	77.1
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.	8:36		63.0	81.1	72.2
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.	8:44		30.7	88.5	56.9
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.	8:50		50.5	70.0	55.6
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.	8:24		42.5	52.3	45.7
<b>Observaciones</b>			-			
<b>Analistas</b>		Fátima Sofía Zayas Rodríguez		<b>Firma</b>		
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez		<b>Firma</b>		

	<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>					
	<b>Universidad de El Salvador</b>					
	<b>Facultad de Química y Farmacia</b>					
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central			
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226				
<b>Receptor (Afectado)</b>		Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante	
<b>Fecha</b>		09/09/2022		<b>Temperatura °C</b>	27.6	
<b>Rango</b>		30-70				
<b>Humedad relativa</b>		87%				
<b>Nº Punto</b>	<b>Coordenada</b>	<b>Hora (m.)</b>		<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O	12:03		65.5	104.1	75.4
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O	12:09		62.9	88.8	70.6
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.	12:26		61.7	85.4	71.1
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.	12:32		61.0	86.9	72.9
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.	12:39		58.5	88.4	68.0
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.	12:57		62.9	85.5	74.7
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.	13:03		56.5	85.6	70.0
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.	12:15		48.0	71.1	55.0
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.	12:20		48.1	66.5	54.4
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.	12:51		40.8	73.8	48.5
<b>Observaciones</b>			-			
<b>Analistas</b>		Fátima Sofía Zayas Rodríguez			<b>Firma</b>	
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez			<b>Firma</b>	

**Anexo N° 8**  
**Hoja de control de medición de ruido, segundo día**

	<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>					
	<b>Universidad de El Salvador</b>					
	<b>Facultad de Química y Farmacia</b>					
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central			
<b>Equipo</b>	Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226					
<b>Receptor (Afectado)</b>	Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante		
<b>Fecha</b>	12/09/2022	<b>Temperatura °C</b>	22.1	<b>Humedad relativa</b>	92%	
<b>Nº Punto</b>	<b>Coordenada</b>	<b>Hora (am)</b>		<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O	7:04		65.8	82.2	73.5
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O	7:09		64.4	89.5	73.6
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.	7:23		64.0	82.9	72.1
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.	7:31		57.6	81.5	70.2
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.	7:41		62.7	77.9	68.1
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.	7:57		65.7	84.9	74.5
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.	8:07		63.3	89.7	71.4
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.	7:14		48.3	70.3	54.4
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.	7:18		56.4	68.5	62.1
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.	7:51		45.5	64.7	49.6
<b>Observaciones</b>			-			
<b>Analistas</b>	Fátima Sofía Zayas Rodríguez		<b>Firma</b>			
	Stephany Marisol Fuentes Vasquez		<b>Firma</b>			

		Hoja Control de Medición de Ruido					
		Universidad de El Salvador					
		Facultad de Química y Farmacia					
Lugar de Medición			Universidad de El Salvador, sede Central				
Equipo		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226					
Receptor (Afectado)		Estudiantes y trabajadores de la universidad		Tipo de Ruido		Imprevisto, fluctuante	
Fecha		12/09/2022	Temperatura °C	28.7	Humedad relativa		64%
Nº Punto	Coordenada		Hora (m.)		Min. dB A	Max. dB A	Prom dB A
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O		12:04		65.3	84.6	73.2
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O		12:08		64.0	81.1	70.3
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.		12:18		61.3	82.2	70.7
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.		12:25		63.2	84.5	75.3
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.		12:34		57.7	81.6	66.4
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.		12:49		62.5	87.8	74.1
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.		12:58		62.8	79.6	71.0
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.		12:00		48.1	69.1	57.1
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.		12:12		50.3	70.3	57.5
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.		12:44		44.8	65.5	49.9
Observaciones			-				
Analistas		Fátima Sofía Zayas Rodríguez			Firma		
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez			Firma		

**Anexo N° 9**  
**Hoja de control de medición de ruido, tercer día**

		Hoja Control de Medición de Ruido					
		Universidad de El Salvador					
		Facultad de Química y Farmacia					
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central				
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226					
<b>Receptor (Afectado)</b>		Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante		
<b>Fecha</b>		13/09/2022	<b>Temperatura °C</b>	24.0	<b>Humedad relativa</b>	83%	
<b>Rango</b>		60-100					
<b>Nº Punto</b>	<b>Coordenada</b>	<b>Hora (am)</b>		<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>	
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O	7:06		63.1	89.9	71.08	
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O	7:15		63.7	79.2	71.21	
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.	7:26		59.9	83.5	70.75	
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.	7:33		63.5	83.7	69.81	
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.	7:43		61.8	83.5	69.17	
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.	8:00		65.2	85.1	73.83	
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.	8:09		66.9	88.4	74.36	
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.	7:09		52.5	69.2	57.61	
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.	7:20		49.3	59.1	52.18	
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.	7:54		46.5	70.4	50.61	
<b>Observaciones</b>			-				
<b>Analistas</b>		Fátima Sofía Zayas Rodríguez		<b>Firma</b>			
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez		<b>Firma</b>			

	<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>						
	<b>Universidad de El Salvador</b>						
	<b>Facultad de Química y Farmacia</b>						
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central				
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226					
<b>Receptor (Afectado)</b>		Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante		
<b>Fecha</b>		13/09/2022	<b>Temperatura °C</b>	30.4	<b>Humedad relativa</b>	73%	
<b>Rango</b>		60-100					
<b>Nº Punto</b>	<b>Coordenada</b>		<b>Hora m.</b>		<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O		12:04		63.2	86.3	72.25
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O		12:12		63.5	85.0	71.21
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.		12:21		55.2	87.1	70.75
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.		12:29		62.9	89.2	75.32
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.		12:39		56.6	83.6	69.51
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.		12:56		64.7	89.0	75.89
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.		13:00		58.3	87.1	72.26
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.		12:07		58.8	81.9	66.17
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.		12:16		47.6	67.3	56.66
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.		12:49		44.9	63.1	50.61
<b>Observaciones</b>			-				
<b>Analistas</b>		Fátima Sofía Zayas Rodríguez			<b>Firma</b>		
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez			<b>Firma</b>		

### Anexo 10. Fotografías de medición de ruido.



Figura N° 13. A- Toma de medidas en la entrada hacia Facultad de Economía. B- Toma de medidas en la Entrada Minerva.

Fuente: Elaboración propia.

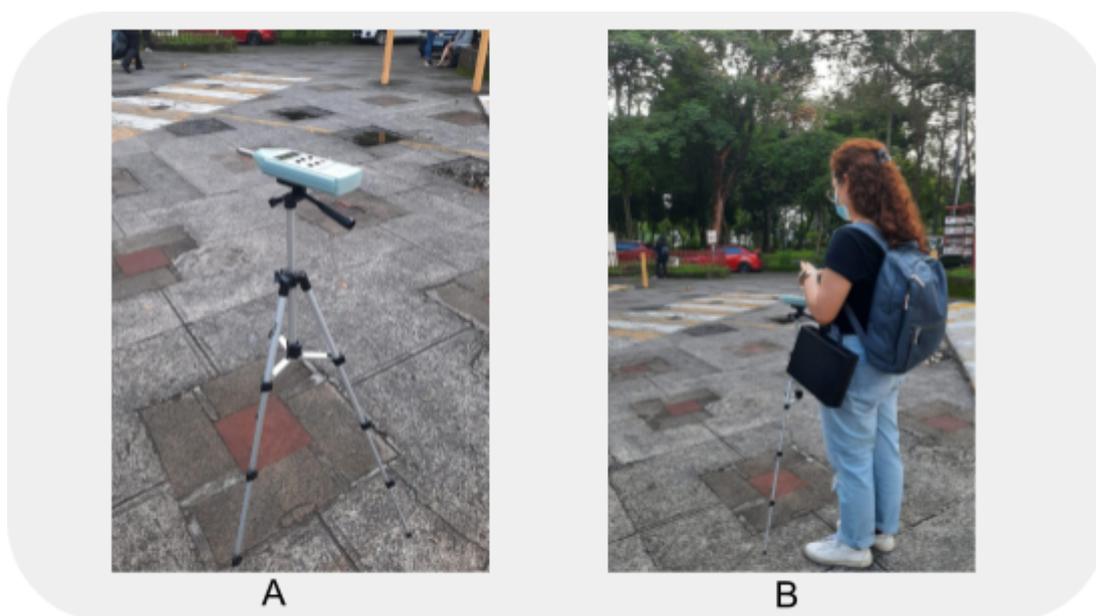


Figura N° 14. A- Ubicación del equipo. B- Toma de Medidas en el Estacionamiento de la Facultad de Derecho.

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo N° 11: Carta de recibido del informe dirigido a la UNAUES



Universidad de El Salvador  
Facultad de Química y Farmacia



San Salvador, 02 de febrero del 2023

Unidad Ambiental de la Universidad de El Salvador  
Presente



Estimados Señores y Señoras

Reciban un cordial saludo deseando éxitos en todas sus actividades laborales que desarrolla la unidad ambiental.

Por este medio presentamos amablemente el informe de resultados perteneciente al estudio de nuestro trabajo de graduación titulado: "DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACION ACUSTICA EN LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR Y SUS ALREDEDORES" que se realizó entre los meses de marzo a diciembre del año 2022, para poder optar a la licenciatura de Química y Farmacia.

Sin más que agregar, agradecemos la atención y el tiempo prestado

Atentamente,

\_\_\_\_\_

Br. Fátima Sofía Zayas Rodríguez

\_\_\_\_\_

Br. Stephany Marisol Fuentes Varquez

**Anexo N° 12**  
**Informe presentado a la UNAUES**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DE LA CONTAMINACION ACUSTICA EN LA  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR Y SUS ALREDEDORES

INFORME DEL  
TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE TRABAJO DE  
INVESTIGACION

PRESENTADO POR:

STEPHANY MARISOL FUENTES VELASQUEZ  
FATIMA SOFIA ZAYAS RODRIGUEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO (A) EN QUIMICA Y FARMACIA

FEBRERO 2023.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

## Índice

<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>Resultados</b>	<b>5</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>21</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>22</b>
<b>Anexos</b>	

## **INTRODUCCIÓN.**

La presencia de ruido en la vida diaria es tan frecuente que pocas veces es asociado con las secuelas que puede provocar. La contaminación por ruido es uno de los problemas ambientales que afecta la calidad de vida de la población en las áreas urbanas de todo el mundo. Sin embargo, es un problema que pocas veces se considera en riesgo ambiental.

Según la ordenanza reguladora de la contaminación ambiental de San Salvador, se entiende como contaminación acústica o sónica a los sonidos que por su nivel, prolongación o frecuencia afectan la salud humana o la calidad de vida de la población, sobrepasando los niveles permisibles legalmente establecidos.

Algunas de las alteraciones físicas generadas por el ruido pueden ser advertidas por el individuo, como el caso de fatiga corporal, náuseas, respuestas reflejas y los dolores de cabeza. En cambio, muchas otras reacciones del organismo a nivel funcional pueden pasar desapercibidas por el sujeto afectado, como enfermedades cardiovasculares, alteraciones del aparato digestivo, cambios hormonales y reducción del sistema inmunitario de defensa.

El Salvador no es la excepción, y este también se encuentra influenciado por esta creciente problemática ambiental. La mayoría de ciudades y pueblos alrededor del país se ven implicadas en esta realidad. Se reconoce a San Salvador como la ciudad más afectada por la contaminación sonora, debido a que ésta posee una mayor población demográfica y con ello una mayor presencia de automóviles, industrias, empresas y hogares. El gran tráfico vehicular que sufre San Salvador es el principal generador de contaminación acústica y por lo tanto representa la mayor fuente creadora de ruido.

La Universidad de El Salvador, sede central, se encuentra ubicada en la Ciudad Universitaria "Dr. Fabio Castillo Figueroa", Final de Av. Mártires y Héroes del 30 julio, en San Salvador, con lo cual se deduce que la universidad se encuentra inmersa en la urbanización y por consiguiente esta se ve perjudicada con el estilo de vida que provee la ciudad. Por lo tanto, la contaminación ambiental que produce la vida urbana en esta zona perjudica así a cada uno de los estudiantes y personal que labora dentro de la universidad.

Debido a lo descrito anteriormente, la presente investigación se realizó con el fin de determinar la contaminación acústica en la Universidad de El Salvador y sus alrededores; para desarrollar esta investigación, se decidieron 10 puntos para la toma de muestras sonoras, de los cuales se consideraron 7 puntos externos a la universidad y 3 puntos al interior de esta. Las medidas se efectuaron con un sonómetro de Clase 1: Sound Level Meter IEC 61672, con el filtro de ponderación A, debido a que este simula la audición humana.

La toma de muestra se realizó en el mes de septiembre, tres días de la semana, cada punto seleccionado se midió por un minuto en 2 momentos del día; a las 7 am y 12 pm que son horas pico. Los resultados obtenidos fueron comparados con la normativa establecida por la ordenanza reguladora de la contaminación ambiental por la emisión de ruidos en el municipio de San Salvador y los lineamientos para ruido comunitario que establece la OMS.

Es por eso que este informe pretende presentar nuestros datos obtenidos de una manera más clara y eficaz con las recomendaciones pertinentes para darle seguimiento a esta problemática ambiental que afecta a los estudiantes y trabajadores de la universidad de El Salvador.

## RESULTADOS.

### Cumplimiento de Objetivos: Resultados y Discusión de Resultados.

#### Identificación de los puntos de muestreo para la toma de medidas de los niveles de contaminación acústica en la Universidad de El Salvador y sus alrededores.

Para la toma de datos de los niveles de contaminación sonora obtenidos en la Universidad de El Salvador en la sede central y en sus alrededores, se determinó la posición global de cada una de los puntos seleccionados, utilizando la aplicación Google Maps adquiriendo las coordenadas exactas de toma de muestra. Por lo cual, cada punto de medición posee las siguientes coordenadas:

- *Punto N° 1. Entrada Facultad de Odontología: 13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O*
- *Punto N° 2. Entrada Minerva: 13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O*
- *Punto N° 3. Entrada Facultad de Economía: 13°42'59.6"N - 89°12' 21.7"O.*
- *Punto N° 4. Entrada Facultad de Ciencias y Humanidades: 13°43'07.3"N - 89°12' 20.9"O.*
- *Punto N° 5. Entrada hacia Polideportivo: 13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.*
- *Punto N° 6. Entrada Facultad de Ingeniería: 13°43'10.7"N - 89°12' 00.2"O.*
- *Punto N° 7. Entrada Facultad de Agronomía: 13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.*
- *Punto N° 8. Estacionamiento Facultad de Medicina: 13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.*
- *Punto N° 9. Estacionamiento Facultad de Derecho: 13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.*

- *Punto N° 10. Estacionamiento Facultad de Ingeniería: 13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.*

### **Resumen de los resultados obtenidos en las mediciones realizadas para cuantificar la contaminación sonora presente en la Universidad de El Salvador y sus alrededores.**

Todas las lecturas tomadas fueron anotadas en el formato de registro de lectura por minuto, el cual se presenta en el Anexo N° 1. El registro de todos los datos obtenidos por punto cada día medido se encuentran expresados en los Anexos N° 2, 3 y 4.

En la tabla N° 1 se presenta el resumen de todos los datos obtenidos a lo largo de los tres días de medición. El equipo recolectó en cada punto 60 lecturas por rango, del cual se hizo un promedio por punto de acuerdo al horario medido. Es decir, en la tabla N°1 se expone el promedio de la contaminación sonora obtenido a las 7 am y el promedio obtenido a las 12 del mediodía en cada punto de toma de muestra.

En el primer día medido el total de lecturas promediadas que indican una mayor cantidad de contaminación sonora pertenecen a la entrada peatonal Minerva en el horario de las 7 am, con un dato de 80.4 dB. En el momento de la toma de lecturas se considera que dichos datos se deben a la cantidad de tráfico vehicular presente en este horario; a la cantidad de autobuses, motocicletas y en algunos momentos de la presencia de ambulancias que utilizan la autopista norte. Igualmente es justo mencionar que la entrada Minerva se encuentra aproximadamente frente la intersección de la avenida 25 y la autopista norte; por lo cual existe una gran convergencia automovilística, esto debido a los distintos semáforos que dirigen el tráfico vehicular y peatonal de la zona. Asimismo se puede observar que en el primer día de medición en el horario de las 12 del mediodía, el promedio de contaminación acústica más alto obtenido en este horario, se obtuvo en la entrada hacia la facultad de odontología con una cantidad de 75.4 dB, esto debido a que durante esta toma de lecturas otra ambulancia transitó por la autopista norte, y por lo tanto incrementó la contaminación acústica presente en esta zona.

En el segundo día de medida el promedio más alto del horario 7 am se obtuvo en la entrada hacia la Facultad de Ingeniería, el valor obtenido fue 74.5 dB. La calle Circunvalación universitaria se encuentra frente a esta entrada, dicha calle cuenta con la característica de que al no poseer ninguna

intersección próxima, la mayoría de autos transitan esta vía a una mayor velocidad que en otras entradas a la universidad, si esto es posible. Cabe mencionar que el asfalto de la calle de esta zona se encuentra quebradizo, generando así que el ruido que produce el transcurrir de los autos pueda ser mayor que en otros puntos de muestreo. En el caso del horario de las 12 del mediodía, el valor promedio mayor fue reportado en la entrada hacia la facultad de Ciencias y Humanidades con un dato obtenido de 75.3 dB. Dicho valor se puede relacionar a la presencia de la parada de autobuses frente a dicha entrada. Es válido mencionar que, en el momento de tomar las respectivas medidas, se pudo notar un incremento de dB en las lecturas cuando los autobuses aceleraban sus motores, esto después de hacer una parada para subir o dejar pasajeros. Igualmente existía un incremento de dB con el acelerar de motores de las motocicletas. Cabe remarcar que, frente a esta entrada, se encuentra el acceso hacia el edificio de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), incrementando así igualmente la presencia de autos y de personas que transitan esta vía.

Para el tercer día de medición, el promedio más elevado obtenido en el horario de 7 am fue de 74.36 dB, en la entrada hacía la facultad de Agronomía. Esta entrada cuenta con una parada de autobuses que genera un aumento en la producción de ruido de la vía, además se encuentra frente a la entrada de la colonia El Refugio, ocasionando así convergencia de automóviles que desean incorporarse a la calle Circunvalación universitaria. En cambio el mayor dato recolectado en el horario de las 12 del mediodía, se encuentra nuevamente en la entrada hacia la facultad de Ingeniería, con un nivel promedio de contaminación sonora de 75.89 dB. Como se expuso anteriormente, unas de las posibles causas por el cual esta entrada genera un mayor nivel de contaminación sonora, se puede relacionar con la presencia de grietas y baches en el pavimento de la calle, y por el mayor grado de velocidad que mantienen los automóviles en esta zona.

Tabla N° 1: Resumen de la contaminación acústica presente en la Universidad de El Salvador sede central y en sus alrededores.

Punto	Día 1: 09 de sep 2022		Día 2: 12 de sep 2022		Día 3: 13 de sep 2022	
	Promedio 7 am	Promedio 12 m.	Promedio 7 am	Promedio 12 m.	Promedio 7 am	Promedio 12 m.
<b>Entrada Odontología</b>	73.8	75.4	73.5	73.2	71.08	72.25
<b>Estacionamiento</b>	56.9	55.0	54.4	57.1	57.61	66.17

<b>Medicina</b>						
<b>Entrada Minerva</b>	80.4	70.6	73.6	70.3	70.69	71.21
<b>Estacionamiento Derecho</b>	55.6	54.4	62.1	57.5	52.18	56.66
<b>Entrada Economía</b>	70.7	71.1	72.1	70.7	71.83	70.75
<b>Entrada Ciencias y Humanidades</b>	71.4	72.9	70.2	75.3	69.81	75.32
<b>Entrada Polideportivo</b>	70.1	68.0	68.1	66.4	69.17	69.51
<b>Estacionamiento Ingeniería</b>	45.7	48.5	49.6	49.9	51.73	50.61
<b>Entrada Ingeniería</b>	77.1	74.7	74.5	74.1	73.83	75.89
<b>Entrada agronomía</b>	72.2	70.0	71.4	71.0	74.36	72.26

Fuente: elaboración propia.

\*Límite establecido por la OPAMSS: 55 dB, límite establecido por la OMS: 35 dB.

En la tabla N° 2, se muestran los valores máximos y mínimos obtenidos el día 9 de septiembre del año 2022. Siendo el menor dato 30.7 dB, tomado en el estacionamiento de la facultad de medicina en el horario de 7 am. El valor máximo registrado en todo el día, se obtuvo en la entrada minerva en el horario de 7 am, siendo este dato 104.1 dB. Este dato superior se alcanzó durante el tránsito de una ambulancia por la autopista norte.

De la misma manera se expresan los promedios obtenidos en el exterior de la universidad, es decir en todas las entradas, el cual fue de 73.7 y 71.8 dB para los horarios de 7 am y 12 m respectivamente.

Los promedios obtenidos en los estacionamientos seleccionados fueron de 52.8 dB en la toma de datos de las 7 am, y 51.8 dB para las medidas recolectadas a las 12 del mediodía. Se han dividido los promedios siempre de acuerdo al horario de recolección, por el cual se puede mencionar que en el primer día de medición los datos obtenidos a las 7 am, fueron superiores a los tomados a las 12 del mediodía.

El promedio general tomado a lo largo del primer día es de 66.7 dB de contaminación sonora.

Tabla N° 2. Promedios y datos relevantes de la medición de contaminación sonora del primer día de evaluación.

<b>Promedios y Datos relevantes</b>		
<b>Valor Mínimo obtenido en el día (dB)</b>	30.7	
<b>Valor Máximo obtenido en el día (dB)</b>	104.1	
<b>Promedio obtenidos en todos los puntos de medición</b>	<b>am (dB)</b>	<b>m (dB)</b>
	67.4	66.1
<b>Promedio obtenidos de todas las entradas de la Universidad</b>	73.7	71.8
<b>Promedios obtenidos de todos los puntos al interior de la Universidad</b>	52.8	51.8
<b>Promedio del día</b>	66.7	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 3, se evidencian el valor máximo y mínimo obtenido el segundo día de medición, así mismo se pueden analizar los promedios obtenidos al interior de la universidad y en sus alrededores, el promedio de todas las lecturas realizadas a lo largo del día y de acuerdo a ambos horarios establecidos.

El valor mínimo de contaminación sonora registrado el día 12 de septiembre fue de 44.8 dB, en el estacionamiento de la facultad de Ingeniería, en el horario de 12 m, la posible razón de dicho dato puede relacionarse, con la distancia existente entre dicho estacionamiento y las calles que rodean a la universidad, por lo tanto, existe una menor cantidad de ruido que importa la vida citadina en esta zona del campus universitario. También puede deberse a la poca cantidad de autos presentes en este estacionamiento, al momento de tomar las lecturas.

El valor más alto registrado de contaminación sonora el segundo día de medición, ha sido en la entrada hacia la facultad de Agronomía en el horario de 7am, con un dato de 89.7 dB.

Los promedios obtenidos de todas las lecturas tomadas, en el horario de 7 am y 12 del mediodía han sido 67.0 dB y 66.6 dB respectivamente, demostrando así como en el segundo día, la mayor cantidad de contaminación sonora registrada ha sido en el horario de 7 am. Este fenómeno se sigue comprobando con los promedios adquiridos, tanto al interior de la universidad como en los alrededores de esta, ya que los datos

tomados en los estacionamientos de la universidad, han sido mayor a las 7 am que a las 12 del mediodía, dichos datos han sido 55.4 dB y 54.9 dB respectivamente. Igualmente los datos obtenidos de los alrededores de la universidad para las 7 am es de 72.2 dB, y para las 12 del mediodía 71.6 dB.

El promedio general de todas las lecturas recolectadas a lo largo del segundo día, es de 66.8 dB de contaminación sonora.

Tabla N° 3. Promedios y datos relevantes de la medición de contaminación sonora del segundo día de evaluación.

<b>Promedios y Datos relevantes</b>		
<b>Valor Mínimo obtenido en el día (dB)</b>	44.8	
<b>Valor Máximo obtenido en el día (dB)</b>	89.7	
<b>Promedio obtenidos en todos los puntos de medición</b>	<b>am (dB).</b>	<b>m (dB).</b>
	67.0	66.6
<b>Promedio obtenidos de todas las entradas de la Universidad</b>	72.2	71.6
<b>Promedios obtenidos de todos los puntos al interior de la Universidad</b>	55.4	54.9
<b>Promedio del día</b>	66.8	

Fuente: elaboración propia.

La tabla N° 4 nos presenta nuevamente, los valores mínimos y máximos obtenidos en el tercer día de medición. También nos indica los promedios obtenidos de todas las lecturas realizadas, en el cual podemos mencionar que este día, la mayor cantidad de contaminación sonora se produjo en el horario de 12 del mediodía, el dato obtenido fue 68.06 dB.

Posteriormente, el mayor promedio reportado para todas las entradas de la universidad, también fue superado por el horario de 12 del mediodía, siendo este de 72.45 dB. Asimismo, el mayor valor de promedios obtenidos de todos los estacionamientos medidos de la universidad, fue de 57.81 dB. Por consiguiente, de todas las lecturas realizadas en el tercer día de medición, existió un mayor nivel de contaminación acústica en el momento del medio día.

El promedio general de todas las lecturas recolectadas a lo largo del tercer día es de 67.14 dB de contaminación sonora.

Tabla N° 4. Promedios y datos relevantes de la medición de contaminación sonora del tercer día de evaluación.

Promedios y Datos relevantes		
Valor Mínimo obtenido en el día (dB)	44.9	
Valor Máximo obtenido en el día (dB)	89.9	
Promedio obtenidos en todos los puntos de medición	am (dB)	m (dB)
	66.23	68.06
Promedio obtenidos de todas las entradas de la Universidad	71.54	72.45
Promedios obtenidos de todos los puntos al interior de la Universidad	53.84	57.81
Promedio del día	67.14	

Fuente: elaboración propia.

**Comparación de los resultados obtenidos con la normativa existente, tanto nacional “Ordenanza Reguladora de la Contaminación Ambiental por la Emisión de Ruidos en el Municipio de San Salvador (OPAMSS)” como internacional (OMS).**

En la tabla N° 5 se muestran los promedios de contaminación acústica por día de medición, así mismo se presentan los valores promediados de todas las lecturas tomadas a lo largo de la investigación. En dicha tabla también se remarcan los valores más altos obtenidos durante las tomas de muestras, de los tres valores más altos obtenidos, dos de ellos han sido alcanzados en el punto de la entrada a la facultad de Ingeniería y uno de ellos en la entrada Minerva. Estos tres datos se encuentran casi 20 dB por encima de la normativa que establece la OPAMSS, y casi 30 dB sobre los límites permitidos por la OMS. El valor promedio mínimo obtenido, se encuentra en el punto de estacionamiento de la Facultad de Ingeniería, alcanzando el nivel más bajo de 47.1 decibeles.

Con dicha información podemos observar como 9 de los puntos medidos, se encuentran por encima de los límites establecidos por la normativa nacional e internacional siendo los promedios obtenidos mayores de 55 dB y 35 dB respectivamente. Y siendo el único punto medido que respeta la normativa nacional sobre contaminación acústica, según la presente investigación es el estacionamiento de la Facultad de Ingeniería ya que su valor promedio en los tres días evaluados se encuentran por debajo de los límites establecidos.

Tabla N° 5. Promedios de contaminación ambiental por días medidos.

Punto	Día 1 (dB)	Día 2 (dB)	Día 3 (dB)	Promedio por punto (dB)	Límite OMS (dB)	Límite OPAMSS (dB)
Entrada Odontología	74.6	73.4	71.665	73.2	35.0	55.0
Estacionamiento Medicina	56.0	55.8	61.89	57.9		
Entrada Minerva	75.5	72.0	70.95	72.8		
Estacionamiento Derecho	55.0	59.8	54.42	56.4		
Entrada Economía	70.9	71.4	71.29	71.2		
Entrada Ciencias y Humanidades	72.2	72.8	72.565	72.5		
Entrada Polideportivo	69.1	67.3	69.34	68.6		
Estacionamiento Ingeniería	47.1	49.8	51.17	49.3		
Entrada Ingeniería	75.9	74.3	74.86	75.0		
Entrada agronomía	71.1	71.2	73.31	71.9		

Fuente: elaboración propia.

En el gráfico de la figura N°1, se muestra como los promedios obtenidos de todas las lecturas por día, se comportan muy similares entre sí.

En gráfico de la figura N° 2, se comparan todos los promedios obtenidos del total de mediciones por punto, con las normativas previamente establecidas. Podemos observar entonces como, con las lecturas realizadas en el campus de la Universidad de El Salvador en la sede central, solo un punto cumple con los niveles de contaminación acústica, que establecen las diferentes normativas estipuladas para la zona educativa e institucional. La única zona medida que cumple con la normativa planteada por la OPAMSS, es el estacionamiento de la facultad de Ingeniería.

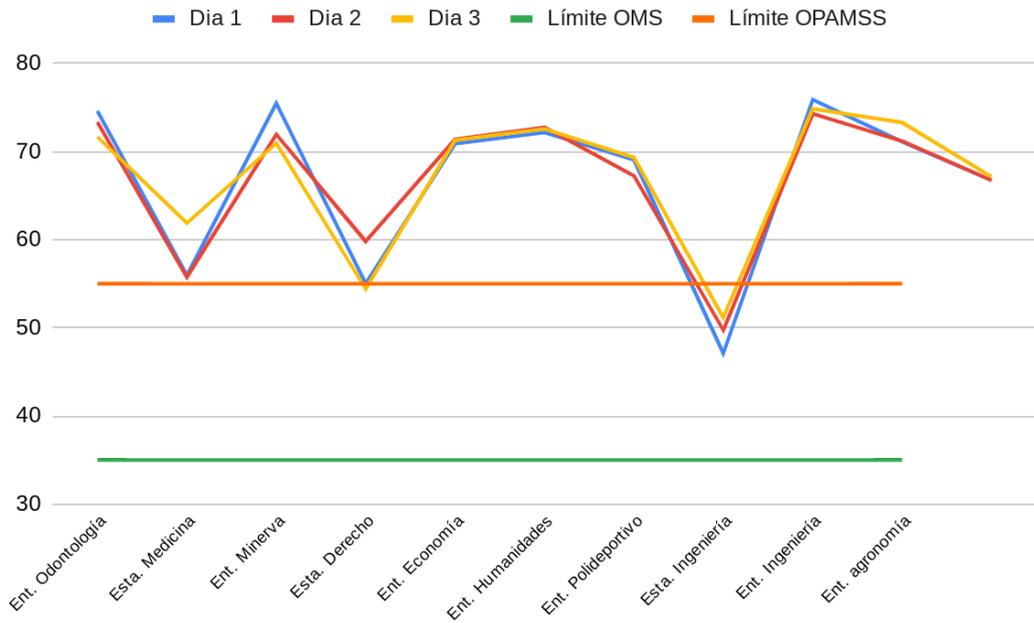


Figura N° 1. Gráfico comparativo de la contaminación acústica presente en la Universidad de El Salvador por día vs. la Normativa establecida. Fuente elaboración propia.

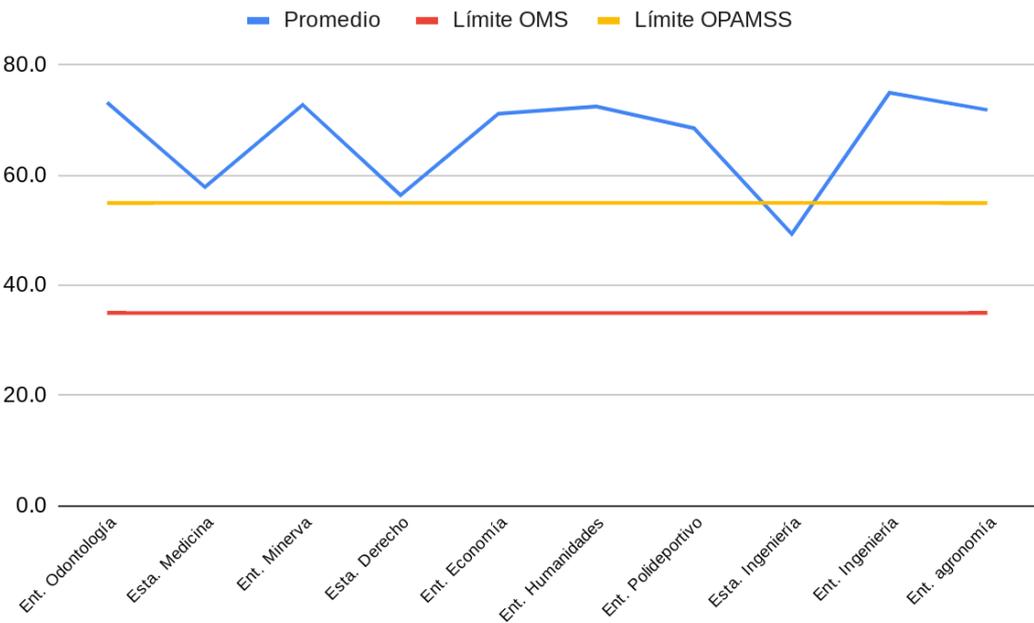


Figura N° 2. Promedio de contaminación acústica por punto medido. Fuente: elaboración propia.

El análisis estadístico se realizó por método ANOVA, el objetivo de este análisis es contrastar la hipótesis, que indica que las diferentes medidas

obtenidas tienen una varianza no significativa ( $H_0$ ). Es decir, que entre las medias obtenidas en los días 9, 12 y 13 de septiembre no existen diferencias significativas. Por lo tanto, se realizó el análisis ANOVA y del cual los datos obtenidos se pueden apreciar en la tabla N° 6.

Para poder aceptar o rechazar la hipótesis, se comparó el valor F y el valor F crítico, el cual nos damos cuenta que el valor F es menor que el valor crítico. Y por lo tanto se aprueba la hipótesis nula sobre igualdad de los datos obtenidos. De igual forma se analizó el p-value o el valor de significación, en el cual se compara con el menor nivel de significación al que se rechazaría la hipótesis nula, dicho valor es 0.05. El p-value obtenido en el análisis es mayor de 0.05, por consiguiente aceptamos la hipótesis nula y decimos que las varianzas de los diferentes días medidos no son significativas.

Por ende, con los datos obtenidos del análisis ANOVA, el cual es el método más exacto para calcular la variabilidad de un sistema de medición, podemos suponer que las medidas tomadas de la contaminación por ruido, en la Universidad de El Salvador en la sede central y en sus alrededores, son similares entre sí, y por lo tanto se deduce una posible existencia de contaminación acústica en esta zona.

Tabla N° 6. Análisis de datos con el Método Anova.

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dia 1	10	667.31	66.731	103.5815		
Dia 2	10	667.5	66.75	73.73111		
Dia 3	10	671.46	67.146	69.83928		
Análisis de Varianza						
Origen de la Variación	SS (Suma de cuadrados)	DF (Grados de libertad)	MS (Promedios de los cuadrados)	F	Probabilidad o p-value	Valor crítico para F
Entre grupos	1.09800666	2	0.5490033	0.006663	0.993359832	3.354130829
Dentro de los grupos	2224.3679	27	82.383999			
Total	2225.4659	29				

Fuente: elaboración propia.

## **Identificar el impacto de la contaminación por ruido en la salud de los trabajadores y estudiantes expuestos a la contaminación sonora proveniente de los alrededores y del interior de la Universidad de El Salvador**

Para poder tener una visión más amplia, de cuanto la contaminación acústica afecta a los trabajadores y a los estudiantes de la Universidad de El Salvador en la sede central, se realizó una encuesta con un muestreo aleatorio simple. La encuesta impartida a la muestra seleccionada se encuentra en el anexo N° 5. Dicha encuesta se realizó al azar cerca de los distintos puntos de muestreo y se tomaron 40 encuestas.

La primera parte de la encuesta se centró en preguntas personales y generales sobre el encuestado, preguntas para poder saber cuales y donde realiza sus actividades la persona a encuestar. Estas preguntas se resumen en saber la edad, la facultad a la que pertenece y si es trabajador o estudiante de la universidad.

Con una muestra de 40 encuestados, las edades entre dicha población se encuentran de la siguiente forma: 25 personas que se encontraban entre los 18 a 24 años, representando así un 62.5 % de la muestra total. Las personas que se encontraban entre los 25 y 30 años encuestadas fueron 8, obteniendo así un 20% de la muestra total, dejando así con un 17.5 % a las personas que son mayores de 30 años. (Figura N° 3)

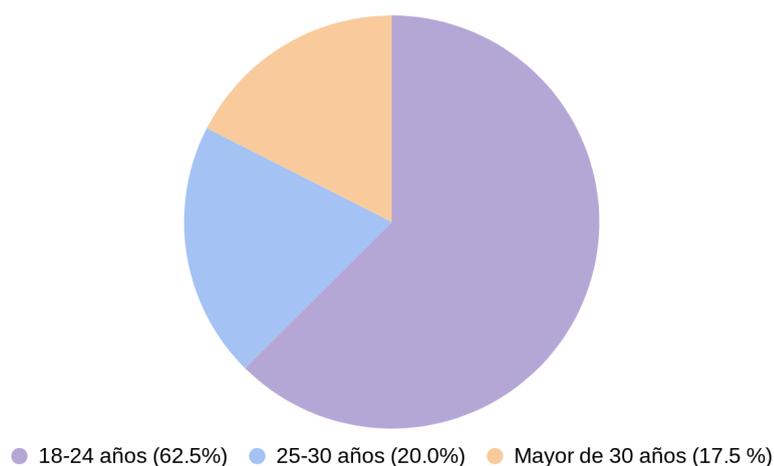


Figura N° 3. Edades en porcentaje de la muestra encuestada.

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se indagó en los encuestados a qué facultad pertenecían. De dicha pregunta se obtuvieron los datos de la figura N° 4, en la cual se puede comprender que la mayor cantidad de encuestados pertenecían a la Facultad de Economía, seguidos de la Facultad de Agronomía.

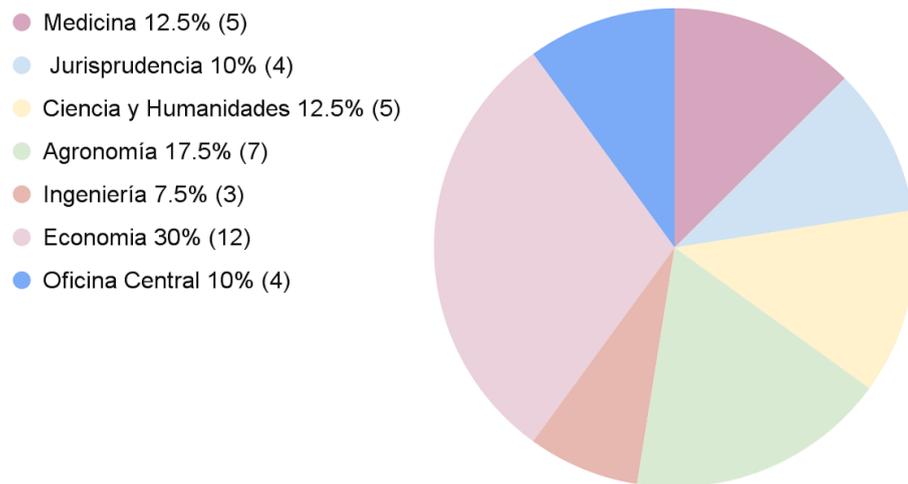


Figura N° 4. Facultad de los encuestados. Fuente: elaboración propia.

De dicha encuesta también se obtuvo, que la cantidad de personas encuestadas pertenecientes al sector de trabajadores de la universidad conforman un 25% de la encuesta, por lo tanto los estudiantes encuestados se resumen a un 75% de encuestados. (Figura N° 5)

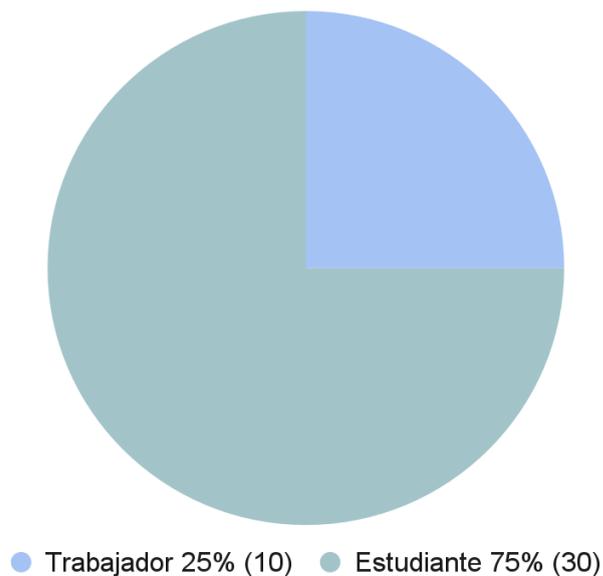


Figura N° 5. Actividades realizadas por los encuestados. Fuente: elaboración propia.

La primera pregunta fue: ¿Considera usted que la contaminación sonora está presente en la Universidad de El Salvador?. Del cual 36 personas contestaron que sí consideran que existe contaminación sonora en la Universidad, y solamente 4 personas contestaron que no consideran que existe contaminación acústica en la universidad de El Salvador. (Figura N° 6)

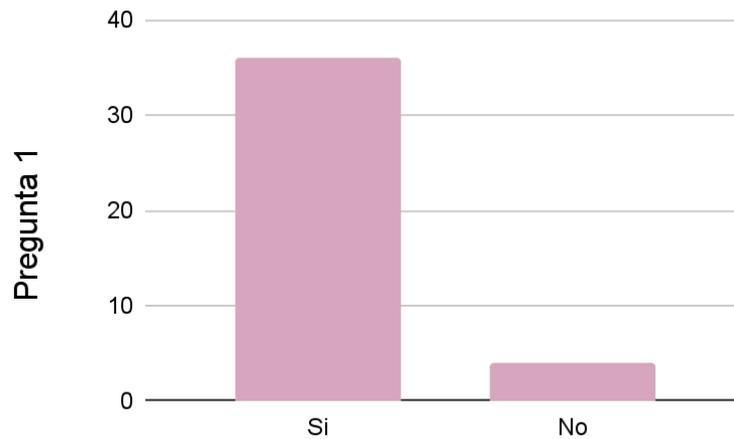


Figura N° 6. Respuestas pregunta 1. Fuente: elaboración propia.

La segunda pregunta se presentó de la siguiente manera: ¿Considera que el ruido elevado puede dañar la salud humana, afectar el rendimiento académico de los estudiantes, e interferir en las actividades de los trabajadores de la Universidad?. En esta interrogante 39 personas consideraron que el ruido puede brindar complicaciones en la salud humana, afectar en el rendimiento académico de los estudiantes, e interferir en las actividades de los trabajadores y solamente una persona contestó que considera que el ruido no interfiere con lo antes mencionado. (Figura N° 7)

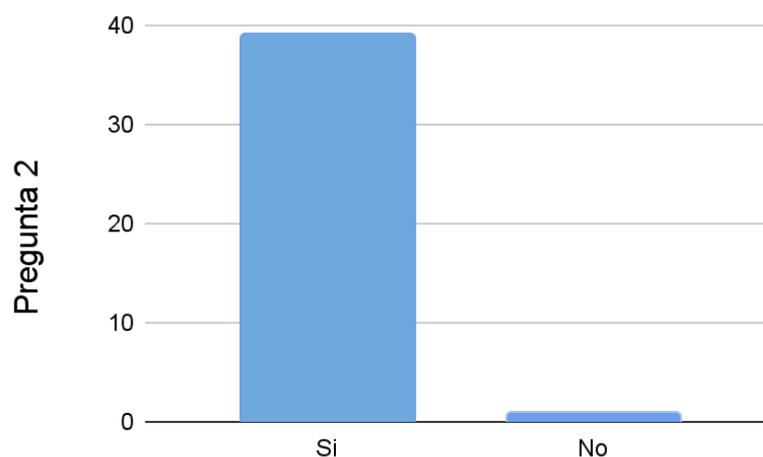


Figura N° 7. Respuestas pregunta 2. Fuente: elaboración propia.

La tercera pregunta trataba de indagar si el individuo como tal, se encuentra influenciado por la contaminación acústica presente en la universidad. Por lo cual la tercera pregunta decía: ¿Considera que el ruido ha interferido en las actividades que tiene que realizar en la universidad en su día a día ?.

De dicha interrogante, solo 25 personas respondieron que, si se sentían afectados por la cantidad de contaminación sonora presente en la universidad, al momento de desarrollar sus diferentes actividades, y 15 personas contestaron que el ruido presente en la universidad no interfiere en sus actividades diarias. (Figura N° 8)

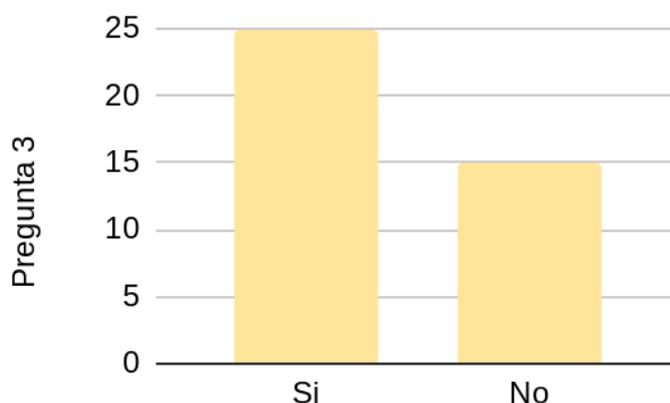


Figura N° 8. Respuestas pregunta 3. Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta las primeras 3 preguntas podemos decir, que a pesar de que la mayoría de personas, casi la totalidad de encuestados, considera que existe contaminación sonora en la universidad y que considera que esta puede traer diferentes consecuencias, solo un 62.5 % de encuestados manifiestan que si se sienten afectados por dicha problemática en su día a día. Lo cual se puede interpretar de dos maneras: 1. Que solo una parte de la población encuestada ve como un problema la contaminación sonora o 2. Que un porcentaje de la población se encuentra ya insensibilizada hacia dicho problema, tomándolo como inevitable y ni siquiera le brinda importancia.

La última parte de la encuesta se enfoca en descubrir, si la población encuestada presenta los síntomas de malestar más comunes generados por la contaminación acústica, y cuáles son las fuentes generadoras de ruido que más les molestan.

En la cuarta pregunta, se les dio a cada encuestado una pequeña lista de síntomas o molestias relacionados a la contaminación sonora, y se les pidió marcar todos aquellos a los que se sentían relacionados. Las respuestas obtenidas se muestran en la figura N° 9.

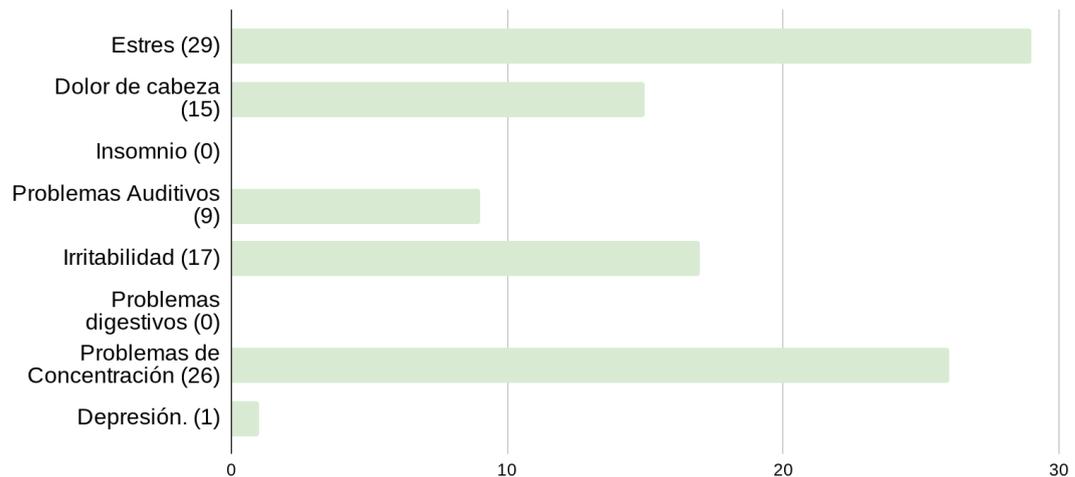


Figura N° 9. Molestias o síntomas presentados por la población encuestada.  
Fuente: elaboración propia.

En la figura N° 9, podemos analizar como todos los encuestados sufren una o múltiples molestias relacionadas a la presencia del ruido, siendo la más frecuente el estrés, esto quiere decir que un total de 72.5% de nuestra muestra se siente estresado. Asimismo, la segunda sintomatología más frecuente entre los encuestados son los problemas de concentración, un 65% de personas presenta dicha molestía. Cabe mencionar que ningún encuestado manifiesta que posee insomnio ni problemas digestivos, y solo una persona mencionó que se siente con problemas de depresión.

En dicha pregunta resaltamos que 9 personas han contestado que ya presentan directamente problemas auditivos, correspondiendo así a un 22.5% de nuestra muestra.

Un hallazgo interesante con este dato, surge al momento de verificar las edades de las personas que respondieron que ya manifiestan problemas auditivos; por qué se espera que la mayoría de personas con dicha problemática se encuentre entre personas de mayor edad, más sin embargo, con esta encuesta se descubrió que según nuestra muestra las personas que poseen problemas auditivos son en su mayoría jóvenes, esto se muestra en la tabla N° 7 debido a que, solo una persona arriba de los 30

años respondió que posee problemas de audición. La presencia de contaminación acústica en la universidad puede suponer una posible causa de este fenómeno.

Tabla N° 7. Edades de las personas de la muestra que poseen problemas auditivos.

Edad	Frecuencia
20 años	3
21 años	2
23 años	1
26 años	2
60 años	1

Fuente: elaboración propia.

Para finalizar con la encuesta, se quiso conocer o identificar cuáles eran las fuentes de ruido principales que mayor molestias generaban en la población muestreada, por lo tanto se les dio un pequeño listado de las fuentes de ruido más frecuentes en la universidad, y ellos seleccionaron cuales sentían que generaban más ruido. Las respuestas obtenidas se resumen en la figura N° 10.

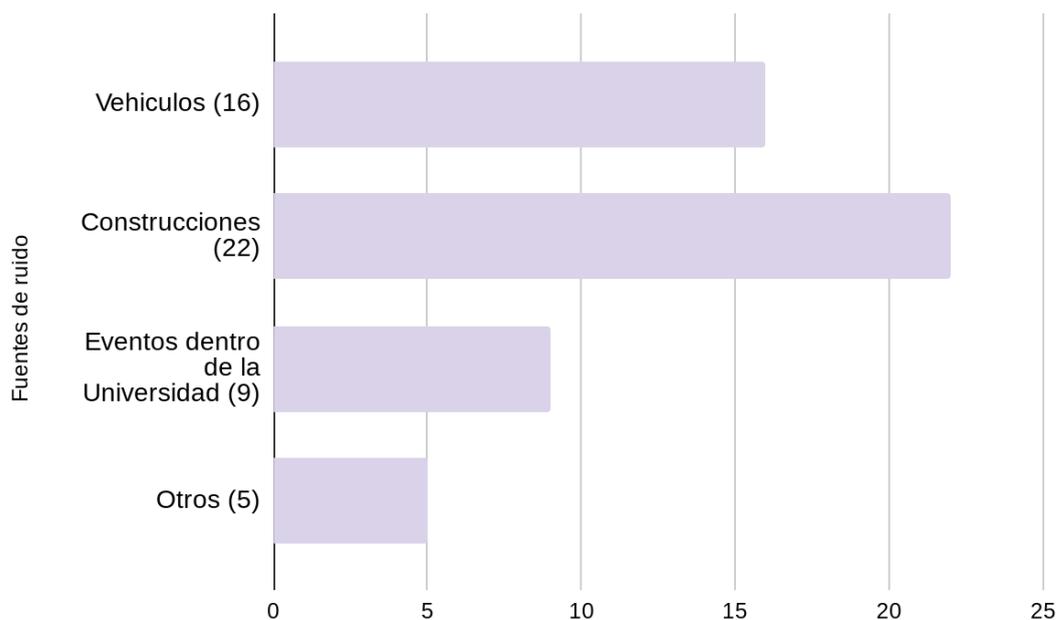


Figura N° 10. Fuentes de ruido más molestas para la población encuestada.

Fuente: elaboración propia.

La fuente de ruido que la población encuestada considera más molesta, es la contaminación sonora causada por las construcciones al interior de la universidad, el segundo lugar es tomado por el ruido de los vehículos, y en último lugar se encuentran los diferentes eventos que se realizan en la universidad. Los encuestados agregaron otras fuentes de ruido que consideran que generan molestias en la universidad y estas fueron: maquinaria de mantenimiento de la universidad como las podadoras. También mencionaron que muchas veces el ruido que generan las mismas personas, al mantener distintas conversaciones es muy molesto e interfiere al momento de estudiar, debido a que muchas veces alzan la voz o se encuentran demasiadas personas hablando al mismo tiempo.

## **CONCLUSIONES.**

1. Según los resultados obtenidos, el 90% de los puntos de muestreo sobrepasan los límites establecidos de contaminación acústica por la normativa nacional, por lo que se concluye que existe una moderada contaminación sonora en la sede central de la Universidad de El Salvador.
2. El único punto medido que respeta las normativa nacional sobre contaminación acústica, es el estacionamiento de la facultad de Ingeniería siendo el valor promedio de los tres días evaluados, en este punto de 47.1 dB, por lo que se encuentra por debajo de los límites establecidos en la normativa nacional establecida por la OPAMSS, sin embargo se encuentra por encima de los límites estipulados por la normativa internacional establecida por la OMS.
3. Según el análisis ANOVA realizado, podemos concluir que: las medidas tomadas en la Universidad de El Salvador en la sede central y en sus alrededores, no poseen diferencias significativas, y por lo tanto se determina que con los datos recolectados, se puede comprobar que existe una posible contaminación acústica en esta zona.
4. Mediante el uso de la encuesta se concluye que, dicha población a raíz de la contaminación acústica, está siendo afectada ya que esta demuestra ser un factor que afecta la salud humana, e interfiere en el rendimiento académico de los estudiantes y en las actividades cotidianas de los trabajadores; siendo el estrés y los problemas de concentración, las afecciones más recurrentes en la salud estos.
5. La fuente generadora de ruido más molesta o desagradable, para los estudiantes y trabajadores de la Universidad de El Salvador en la sede central, son las presentes construcciones alrededor del campus y el tráfico vehicular.

## **RECOMENDACIONES.**

1. En colaboración con la unidad ambiental de la Universidad de El Salvador (UNAUES) y las asociaciones estudiantiles de cada facultad, se recomienda que se lleven a cabo campañas de concienciación sobre la importancia de prevenir la contaminación sonora y sus efectos negativos en la salud humana.
2. Mejorar el control y la organización de los vehículos que ingresan al campus universitario, haciendo un atento llamado a la Oficina de Desarrollo Vehicular de la Universidad de El Salvador, para fijar los espacios utilizados como estacionamiento en el campus y no sobrepasar los límites ya establecidos, a fin de que los automóviles y motocicletas se encuentren alejados de las aulas y oficinas donde los estudiantes y trabajadores realizan sus actividades cotidianas.
3. Señalizar las áreas de trabajo, de manera que tanto estudiantes y trabajadores respeten los niveles de ruido permitido en la zona, con ayuda de la UNAUES y la asociación de estudiantes de cada facultad.
4. Impulsar el uso de la bicicleta y el caminar, con el objetivo de promover la disminución del uso del automóvil, para ello se le aconseja a la municipalidad la creación de ciclovías y la remodelación de aceras para que los peatones puedan utilizar estas rutas para dirigirse a la universidad.
5. Reparar las carreteras que rodean la universidad de El Salvador, con la cooperación de la Dirección Nacional de Obras Públicas, ya que al estar en mal estado aumenta la contaminación sonora generada por el tráfico vehicular.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 1. Formato de registro de lectura por segundo.**

	<b>Universidad de El Salvador.</b>				
	<b>Facultad de Química y Farmacia.</b>				
	<b>Formato de registro de Lectura por Minuto</b>				
<b>Lugar y coordenada</b>		<b>Rango:</b>		<b>Hora:</b>	
<b>Fecha:</b>		<b>Temperatura:</b>		<b>Húmedad Relativa:</b>	
<b>Equipo:</b>	Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226				
<b>Lecturas por segundo:</b>					
<b>Observaciones</b>					
<b>Analistas:</b>				<b>Firma:</b>	
				<b>Firma:</b>	

**Anexo N° 2.**  
**Hoja de control de medición de ruido, primer día.**

	<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>					
	Universidad de El Salvador					
	Facultad de Química y Farmacia					
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central			
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226				
<b>Receptor (Afectado)</b>		Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante	
<b>Fecha</b>		09/09/2022	<b>Temperatura a °C</b>	23.6	<b>Humedad relativa</b>	89%
<b>N° Punto</b>	<b>Coordenada</b>		<b>Hora (am)</b>	<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O		7:36	63.3	87.8	73.8
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O		7:42	70.0	100.5	80.4
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.		7:51	61.6	83.9	70.7
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.		7:57	62.6	82.9	71.4
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.		8:10	61.0	81.2	70.1
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.		8:31	63.4	87.6	77.1
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.		8:36	63.0	81.1	72.2
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.		8:44	30.7	88.5	56.9
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.		8:50	50.5	70.0	55.6
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.		8:24	42.5	52.3	45.7
<b>Observaciones</b>			-			
<b>Analistas</b>		Fátima Sofía Zayas Rodríguez		<b>Firma</b>		
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez		<b>Firma</b>		

	<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>					
	Universidad de El Salvador					
	Facultad de Química y Farmacia					
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central			
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226				
<b>Receptor (Afectado)</b>		Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante	
<b>Fecha</b>		09/09/2022	<b>Temperatura °C</b>	27.6	<b>Humedad relativa</b>	87%
<b>Rango</b>		30-70				
<b>Nº Punto</b>	<b>Coordenada</b>		<b>Hora (m.)</b>	<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O		12:03	65.5	104.1	75.4
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O		12:09	62.9	88.8	70.6
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.		12:26	61.7	85.4	71.1
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.		12:32	61.0	86.9	72.9
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.		12:39	58.5	88.4	68.0
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.		12:57	62.9	85.5	74.7
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.		13:03	56.5	85.6	70.0
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.		12:15	48.0	71.1	55.0
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.		12:20	48.1	66.5	54.4
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.		12:51	40.8	73.8	48.5
<b>Observaciones</b>			-			
<b>Analistas</b>		Fátima Sofía Zayas Rodríguez		<b>Firma</b>		
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez		<b>Firma</b>		

**Anexo N° 3.**  
**Hoja de control de medición de ruido, segundo día**

	<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>					
	Universidad de El Salvador					
	Facultad de Química y Farmacia					
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central			
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226				
<b>Receptor (Afectado)</b>		Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante	
<b>Fecha</b>		12/09/2022	<b>Temperatura °C</b>	22.1	<b>Humedad relativa</b>	92%
<b>N° Punto</b>	<b>Coordenada</b>		<b>Hora (am)</b>	<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O		7:04	65.8	82.2	73.5
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O		7:09	64.4	89.5	73.6
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.		7:23	64.0	82.9	72.1
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.		7:31	57.6	81.5	70.2
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.		7:41	62.7	77.9	68.1
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.		7:57	65.7	84.9	74.5
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.		8:07	63.3	89.7	71.4
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.		7:14	48.3	70.3	54.4
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.		7:18	56.4	68.5	62.1
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.		7:51	45.5	64.7	49.6
<b>Observaciones</b>			-			
<b>Analistas</b>		Fátima Sofía Zayas Rodríguez		<b>Firma</b>		
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez		<b>Firma</b>		

	<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>					
	Universidad de El Salvador					
	Facultad de Química y Farmacia					
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central			
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226				
<b>Receptor (Afectado)</b>		Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante	
<b>Fecha</b>		12/09/2022	<b>Temperatura a °C</b>	28.7	<b>Humedad relativa</b>	64%
<b>N° Punto</b>	<b>Coordenada</b>		<b>Hora (m.)</b>	<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O		12:04	65.3	84.6	73.2
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O		12:08	64.0	81.1	70.3
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.		12:18	61.3	82.2	70.7
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.		12:25	63.2	84.5	75.3
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.		12:34	57.7	81.6	66.4
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.		12:49	62.5	87.8	74.1
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.		12:58	62.8	79.6	71.0
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.		12:00	48.1	69.1	57.1
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.		12:12	50.3	70.3	57.5
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.		12:44	44.8	65.5	49.9
<b>Observaciones</b>			-			
<b>Analistas</b>		Fátima Sofía Zayas Rodríguez		<b>Firma</b>		
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez		<b>Firma</b>		

**Anexo N° 4.**  
**Hoja de control de medición de ruido, tercer día.**

	<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>						
	Universidad de El Salvador						
	Facultad de Química y Farmacia						
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central				
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226					
<b>Receptor (Afectado)</b>		Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante		
<b>Fecha</b>		13/09/2022	<b>Temperatura a °C</b>	24.0	<b>Humedad relativa</b>	83%	
<b>Rango</b>		60-100					
<b>Nº Punto</b>	<b>Coordenada</b>		<b>Hora (am)</b>		<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O		7:06		63.1	89.9	71.08
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O		7:15		63.7	79.2	71.21
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.		7:26		59.9	83.5	70.75
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.		7:33		63.5	83.7	69.81
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.		7:43		61.8	83.5	69.17
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.		8:00		65.2	85.1	73.83
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.		8:09		66.9	88.4	74.36
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.		7:09		52.5	69.2	57.61
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.		7:20		49.3	59.1	52.18
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.		7:54		46.5	70.4	50.61
<b>Observaciones</b>			-				
<b>Analistas</b>		Fátima Sofía Zayas Rodríguez		<b>Firma</b>			
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez		<b>Firma</b>			

	<b>Hoja Control de Medición de Ruido</b>					
	Universidad de El Salvador					
	Facultad de Química y Farmacia					
<b>Lugar de Medición</b>			Universidad de El Salvador, sede Central			
<b>Equipo</b>		Sound Level Meter. Modelo: SL-4022 Clase 1. Calibrador acústico multifuncional, modelo 4226				
<b>Receptor (Afectado)</b>		Estudiantes y trabajadores de la universidad		<b>Tipo de Ruido</b>	Imprevisto, fluctuante	
<b>Fecha</b>		13/09/2022	<b>Temperatura a °C</b>	30.4	<b>Humedad relativa</b>	73%
<b>Rango</b>		60-100				
<b>Nº Punto</b>	<b>Coordenada</b>		<b>Hora m.</b>	<b>Min. dB A</b>	<b>Max. dB A</b>	<b>Prom dB A</b>
1	13°42'58.0"N - 89°12'06.3"O		12:04	63.2	86.3	72.25
2	13°42'56.5"N - 89°12'12.3"O		12:12	63.5	85.0	71.21
3	13°42'59.6"N - 89°12'21.7"O.		12:21	55.2	87.1	70.75
4	13°43'07.3"N - 89°12'20.9"O.		12:29	62.9	89.2	75.32
5	13°43'15.3"N - 89°12'14.4"O.		12:39	56.6	83.6	69.51
6	13°43'10.7"N - 89°12'00.2"O.		12:56	64.7	89.0	75.89
7	13°43'03.6"N - 89°12'00.9"O.		13:00	58.3	87.1	72.26
8	13°42'59.2"N - 89°12'08.0"O.		12:07	58.8	81.9	66.17
9	13°42'59.9"N - 89°12'14.3"O.		12:16	47.6	67.3	56.66
10	13°43'17.5"N - 89°12'01.1"O.		12:49	44.9	63.1	50.61
<b>Observaciones</b>			-			
<b>Analistas</b>		Fátima Sofía Zayas Rodríguez		<b>Firma</b>		
		Stephany Marisol Fuentes Vasquez		<b>Firma</b>		

## Anexo N° 5. Formato de encuesta



Universidad de El Salvador.  
Facultad de Química y Farmacia.



“Determinación de la contaminación Acústica en la Universidad de El Salvador y sus alrededores”

Encuesta sobre los efectos de la contaminación acústica en los estudiantes y trabajadores de la Universidad de El Salvador.

Edad : \_\_\_\_\_ Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_ Trabajador  Estudiante

Facultad a la que pertenece:

---

1. ¿Considera usted que la contaminación sonora está presente en la Universidad de El Salvador?

Si  No

2. ¿Considera que el ruido elevado puede dañar la salud humana, afectar el rendimiento académico de los estudiantes e interferir en las actividades de los trabajadores de la Universidad?

Si  No

3. ¿Considera que el ruido ha interferido en las actividades que tiene que realizar en la universidad en su día a día?

Si  No

4. ¿Ha sentido alguna de las siguientes molestias producidas por el ruido? (Marque los síntomas con los que se sienta identificado)

Estrés <input type="checkbox"/>	Irritabilidad <input type="checkbox"/>
Dolor de cabeza <input type="checkbox"/>	Problemas digestivos <input type="checkbox"/>
Insomnio <input type="checkbox"/>	Problemas de concentración <input type="checkbox"/>
Problemas Auditivos <input type="checkbox"/>	Depresión <input type="checkbox"/>

5. ¿Cuáles de las siguientes fuentes considera que generan más ruido en la Universidad de El Salvador?

Vehículos <input type="checkbox"/>	Ruidos por construcciones <input type="checkbox"/>
Eventos dentro de la universidad <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>