

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



TESIS

**MONITOREO Y EVALUACIÓN DE NIVEL DE RUIDO EN DISTINTOS PUNTOS
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

POR:

JUAN MANUEL PÉREZ GÓMEZ

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL

TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

MONITOREO Y EVALUACIÓN DE NIVEL DE RUIDO EN DISTINTOS PUNTOS
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

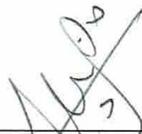
POR:

JUAN MANUEL PÉREZ GÓMEZ

Que se somete a la consideración del H. Jurado como requisito
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

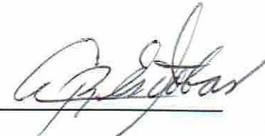
Aprobada por el comité de asesoría:



Dra. Alma Patria García Villanueva
Asesora Principal



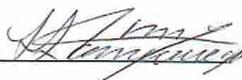
Ing. Edgar Alejandro García Samaniego
Coasesor



M.C. Alejandra Rosario Escobar Sánchez
Coasesora



MC. Juan Manuel Cepeda Dovala
Coasesor



Dr. Luis Samaniego Moreno
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de concluir uno de mis más grandes sueños, por haberme dado una familia y por las bendiciones que nos da cada día, por la vida y salud.

A mis padres, Antonia Gómez Gómez y Manuel Pérez Jiménez

Por ser un ejemplo a seguir en los caminos de la vida, por el cual siempre estuvieron conmigo en los momentos difíciles y por el gran esfuerzo que hicieron por mí para poder llegar hasta aquí.

A mi hermana, Maribel Pérez Gómez, por estar siempre al pendiente durante mi estancia en la Universidad, reconozco inmensamente sus ganas de verme superar, lo logramos.

A mis asesores, A la Dra. Alma Patricia García Villanueva, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo, por su gran apoyo, paciencia y tiempo.

A la MC. Alejandra Rosario Escobar Sánchez por su apoyo brindado en este trabajo.

Al Ing. Edgar Alejandro García Samaniego, agradezco su gran apoyo, tiempo y por transmitirme una parte de su conocimiento en la realización de esta investigación.

Al MC. Juan Manuel Cepeda Dovala, agradezco su tiempo, apoyo y por transmitirme su conocimiento.

A la Universidad, por concederme la oportunidad de ser parte de ella para mi formación profesional.

A mis amigos, por llegar a ser mi segunda familia, por los apoyos y gran convivencia. A mi novia Anita Reyes por su apoyo, compañía y cariño en todo momento.

DEDICATORIA

A Dios, que me diste la oportunidad de vivir, por las bendiciones en todo momento, y por tu infinito amor.

A mis padres, Antonia Gómez Gómez y Manuel Pérez Jiménez

Como muestra de agradecimiento, un pequeño detalle de lo mucho que les debo. Ahora culminé una etapa más de mis estudios, siempre estaré al pendiente de ustedes.

A mis hermanos, dedico este trabajo especialmente a Maribel Pérez Gómez, solamente un pequeño detalle como muestra de agradecimiento por su inmenso cariño, amor y apoyo en todo momento para poder culminar mi carrera. A Juana, Tereza, Lucia, Patricia, Diana L., Gilberto, Carlos D., José R. y mis sobrinos, por ser mis grandes compañías en la vida, en la infancia.

A mi familia, especialmente a mis tíos, Humberto Pérez, Mariano Pérez y su esposa, por el cual me apoyaron en los momentos difíciles, dedico este trabajo a toda la familia Pérez y Gómez.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE GRÁFICAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. HIPÓTESIS	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. Ruido.....	6
2.2. Sonido.....	6
2.3. FUENTES GENERADORAS DE RUIDO	6
2.3.1. Fuentes fijas	7
2.3.2. Fuentes móviles.....	7
2.4. Zona crítica	7
2.5. Intensidad y frecuencia	7
2.6. Características del ruido	8
2.7. CLASIFICACIÓN DEL RUIDO	9
2.7.1. Ruido continuo o constante	9
2.7.2. Ruido fluctuante.....	9
2.7.3. Ruido impulsivo.....	10
2.7.4. Ruido intermitente.....	11
2.8. SONÓMETRO.....	11
2.8.1. Tipos de sonómetros	12
2.8.2. Curvas de ponderación.....	12

2.8.3. Decibelio (dB)	13
2.8.4. Medición de ruido.....	14
2.9. FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS MOLESTIAS QUE GENERA EL RUIDO	14
2.9.1. Tiempo de exposición	14
2.9.2. Características del sonido.....	14
2.9.3. El receptor	14
2.9.4. La actividad del receptor	15
2.10. Mecanismo del ruido en el sistema auditivo.....	15
2.11. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD	15
2.12. EFECTOS AUDITIVOS	15
2.12.1. Pérdida auditiva	15
2.12.2. Dolor en el oído.....	16
2.13. EFECTOS NO AUDITIVOS.....	16
2.13.1. Efectos sobre el sueño	16
2.13.2. Efectos sobre la salud mental	16
2.13.3. Efectos sobre el rendimiento	16
2.13.4. Efectos en el embarazo	17
2.13.5. La molestia	17
2.13.6. Escuelas y centros preescolares	17
2.13.7. En la vida cotidiana.....	17
2.13.8. EFECTOS A LARGO PLAZO	17
2.14. NORMATIVIDAD DEL RUIDO	18
2.14.1. Organización Mundial de la Salud (OMS).....	18
2.14.2. Las Normas ISO (International Organization for Standardization)	18
2.14.3. NOM-011-STPS-2001.....	18
2.14.4. NOM-081-SEMARNAT-1994	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1. Ubicación del experimento	20
3.2. Zonas de ruido seleccionadas.....	20
3.3. METODOLOGÍA	21

3.3.1. Equipo.....	21
3.3.2. Premonitoreo	21
3.3.3. Monitoreo.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. ZONAS DE RUIDO SELECCIONADAS.....	23
4.1.1. Casino.....	23
4.1.2. Comedor universitario.....	25
4.1.3. Área de edificios A Y B	27
4.1.4. Parada de camiones universitarios	29
4.1.5. Evaluación de las 4 zonas de ruido seleccionadas.....	31
5. CONCLUSIONES	33
6. RECOMENDACIONES	34
7. BIBLIOGRAFÍA	35

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comparación de dos ruidos de 200 Hz (Rocha, 2012).	8
Gráfica 2. Comparación de ruidos de 200 Hz y 600 Hz (Rocha, 2012).	8
Gráfica 3. Representación del ruido continuo (Seguéz, 2007).	9
Gráfica 4. Representación del ruido fluctuante (Seguéz, 2007).	10
Gráfica 5. Representación del ruido impulsivo simple (Seguéz, 2007).	10
Gráfica 6. Representación de ruido impulsivo repetitivo (Seguéz, 2007).	11
Gráfica 7. Representación de ruido continuo (Seguéz, 2007).	11
Gráfica 8. Curvas de niveles de ponderación (Miyara, 2010).	13
Gráfica 9. Comportamiento de los cinco puntos del casino T1.	24
Gráfica 10. Comportamiento de los cinco puntos del casino T2.	24
Gráfica 11. Comportamiento de los 5 puntos del comedor T1.	26
Gráfica 12. Comportamiento de los 5 puntos del comedor T2.	26
Gráfica 13. Comportamiento de los 5 puntos en el área de edificios A y B T1.	28
Gráfica 14. Comportamiento de los 5 puntos en el área de edificios A y B T2.	28
Gráfica 15. Comportamiento de los 3 puntos de la parada de camiones universitarios T1.	30
Gráfica 16. Comportamiento de los 3 puntos de la parada de camiones universitarios T2.	30
Gráfica 17. Comportamiento de los 3 puntos de la parada de camiones universitarios T3.	31
Gráfica 18. Comparación del nivel de ruido de las 4 zonas de ruido seleccionadas.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites máximos permisibles según la OMS (Platzer, 2007).	18
Tabla 2. Límites máximos permisibles según la NOM-011-STPS-2001.....	19
Tabla 3. Límites máximos permisibles según la NOM-081-SEMARNAT-1994.	19
Tabla 4. Promedios de los valores obtenidos en el casino durante 5 días.....	23
Tabla 5. Promedios de los valores de tiempo 1 y 2.....	23
Tabla 6. Promedios de los valores obtenidos en el comedor durante 5 días.	25
Tabla 7. Promedios de los valores del tiempo 1 y 2.....	25
Tabla 8. Promedios de los valores obtenidos en el área de edificios A y B durante 5 días.	27
Tabla 9. Promedio de los valores del tiempo 1 y 2.....	27
Tabla 10. Promedios de los valores obtenidos en la parada de camiones universitarios durante 5 días.	29
Tabla 11. Promedio de los valores del tiempo 1, 2 y 3.....	29
Tabla 12. Nivel de ruido en dB de las 4 zonas seleccionadas.....	31

RESUMEN

El ruido es uno de los contaminantes más comunes en la vida cotidiana que produce efectos fisiológicos muy marcados tales como: pérdida de la capacidad auditiva, dolor de cabeza, alteración en la profundidad del sueño, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, estrés, fatiga.

Se realizó el presente trabajo de investigación para determinar los niveles de ruido en las diferentes zonas dentro de la Universidad, para que sirvan como referencia para las personas que se someten directamente al ruido en esas áreas y puedan tomar medidas de prevención y evitar perturbaciones en su salud en general.

Para la medición de la intensidad de ruido se empleó un sonómetro CEM, DT-8852, la evaluación se llevó a cabo en 4 zonas: Casino, comedor universitario, área de edificios A y B y en la parada de camiones universitarios, presentando el casino el mayor nivel de ruido con un valor de 79.66 dB, seguido del comedor con un nivel de 71.69 dB, los niveles de ruido en estas dos zonas al igual que en el caso de los edificios A y B donde el nivel de ruido es de 57.79 dB, están por encima de los límites máximos permisibles de los establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994, la parada de camiones universitarios alcanza valores de hasta 58.16 dB, por lo tanto, ésta última está dentro de los límites máximos permisibles. En este trabajo también se emiten algunas recomendaciones de mitigación y exposición a esta agente.

Palabras claves: Sonido, ruido, intensidad, sonómetro, decibelio.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Hace aproximadamente 600 años a C., en la ciudad de Síbaris en la antigua Italia, se estableció uno de los primeros ejemplos de norma con relación al ruido en una comunidad, los herreros y carpinteros que ahí laboraban fueron reubicados fuera de la ciudad porque el ruido que producían resultaban molestos (German y Santillán, 2006).

El ruido ha sido un problema ambiental importante para el ser humano. En la Antigua Roma existían normas para controlar el ruido emitido por las ruedas de hierro de los vagones que golpeaban las piedras del pavimento, perturbaban el sueño y molestaban a los romanos. De la misma forma, en algunas de las ciudades de Europa medieval no se permitían usar carruajes ni cabalgar durante la noche con el fin de asegurar el reposo de la población (Berglund, Lindvall y Schwella, 1999).

El ruido se ha convertido en uno de los contaminantes más molestos de la sociedad moderna que incide directamente sobre el bienestar de la población. Las personas que están expuestas a altos niveles de ruido de forma continua podrían sufrir efectos en psicológicos y fisiológicos, entre ellos, la pérdida de la capacidad auditiva, alteración de la actividad cerebral, se producen alteraciones conductuales tales como la perturbación del sueño y el descanso, agresividad, problemas para desarrollar la atención y concentración (Platzer *et al.*, 2007).

German y Santillán (2006), afirman que diferentes estudios han mostrado que el ruido afecta a las personas, produciendo efectos fisiológicos y psicológicos. Además, organismos internacionales han incluido al ruido dentro de los temas ambiental de investigación prioritaria.

La primera declaración internacional que consideró las consecuencias del ruido sobre la salud humana se remonta a los años 1972, cuando la Organización

mundial de la salud (OMS) catalogó genéricamente como un tipo más de contaminación. La Conferencia de Estocolmo clasifica el ruido como un contaminante específico (Amable *et al.*, 2017).

La importancia de este contaminante ambiental ha motivado a realizar numerosas investigaciones, lo que ha permitido en los últimos años un mayor conocimiento y establecimiento de normas y recomendaciones por diferentes países y organismos (Díaz y Méndez, 2008).

Varias investigaciones se han llevado a cabo en centros educativos, tales como el reportado por Moreno, Orozco y Zumaya (2013), sobre los niveles de ruido en la biblioteca de la Universidad de Guadalajara, donde consideraron 10 puntos estratégicos en el interior de las instalaciones, en sus resultados obtuvieron registros de niveles de ruido por encima de los 60 dB y máximos cercanos a los 70 dB, estos valores resultaron fuera del intervalo recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

Así como el reportado por Zamorano *et al.*, (2015), en un estudio sobre los niveles de ruido en el centro histórico de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas, con base en los resultados obtenidos, concluyen que el centro histórico se encuentra expuesto a niveles de ruido con un promedio 75 dB durante el día superando los 68 dB establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994. Además, en una encuesta que realizaron, mencionan que el 47.5 % de los participantes considera el ruido como un problema bastante contaminante.

Dentro de las normatividades del ruido, se extiende la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, esta norma ciertos límites de ruido considerando la zona, siendo 55 dB el límite máximo permisible en las zonas residenciales durante el día, y durante la noche es 50 dB, en las zonas industriales y comerciales el límite máximo permisible durante el día es 68 dB, mientras que en la noche es de 65 dB ,en las escuelas (en áreas exteriores de juego) el límite máximo permisible durante el juego es de 55 dB.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que un ruido de 55 dB es el límite superior deseable al aire libre.

Las normas ISO (International Organization for Standardization) indican que niveles de ruido inferior a 70 dB durante las 24 horas del día no produciría deficiencias auditivas.

La NOM-011-STPS-2001, establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, donde en un ruido de 90 dB el tiempo máximo de exposición es de 8 horas, mientras que para un ruido de 105 dB es de 15 minutos.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La contaminación por el ruido es un problema ambiental importante cada vez con mayor presencia en la sociedad moderna, debido al desarrollo de actividades industriales, comerciales y de servicios que constituyen fuentes tanto fijas como móviles que generan diferentes tipos de ruido que, de acuerdo a su intensidad, frecuencia y tiempo de exposición, repercuten no sólo en los seres humanos sino en los seres vivos que conforman los ecosistemas en los que se encuentra inmersa la población humana (NOM-081-SEMARNAT-1994).

Los altos niveles de ruido producen efectos psicológicos y fisiológicos a las personas, la pérdida de la capacidad auditiva, la perturbación del sueño y el descanso, producen problemas para desarrollar la atención y concentración en las actividades desarrolladas por las personas. Por lo anterior se realizó el presente trabajo de investigación para determinar los niveles de ruido en las diferentes zonas dentro de la Universidad, para que sirvan como referencia para las personas que se someten directamente al ruido en esas áreas y puedan tomar medidas de prevención y evitar perturbaciones en su salud en general.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar los niveles de ruido en distintas áreas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en jornada escolar a diferentes tiempos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Llevar a cabo el monitoreo y evaluación de diferentes zonas establecidas dentro de la Universidad.
- Evaluar a que tiempo de las evaluaciones de las distintas zonas se encuentran los mayores niveles de ruido.

1.4. HIPÓTESIS

Es posible que algunas de las zonas a evaluar dentro de la Universidad sobrepasen los límites máximos permisibles de decibelios normados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Ruido

El término contaminación acústica hace referencia al ruido cuando éste se estima como un contaminante, debido a que es un sonido molesto y puede producir efectos fisiológicos y psicológicos que son nocivos para la salud de las personas que están expuestas a este fenómeno (Gámez y Pérez, 2005).

León (2004) señala que el ruido ha sido objeto de diversas definiciones, entre ellas, “cualquier sonido que interfiere en alguna actividad humana”, “sonido o conjunto de sonidos desagradables o molestos” o “la mezcla inarmónica de sonidos de cualquier naturaleza”.

En otras definiciones del ruido, desde el punto de vista físico, es un fenómeno sonoro formado por vibraciones irregulares en frecuencia (periodo, ciclo o Hertz) y amplitud por segundo, con distintos timbres, que depende de la fuente o material que los origina (Sandoval, 2005).

La NOM-081-SEMARNAT-1994 lo define como todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas.

2.2. Sonido

El sonido es una sensación auditiva producida por un movimiento de partículas en un medio elástico (gaseoso, líquido o sólido) a partir de una posición de equilibrio (Escobar, 2017). Mientras para Gómez (2011), el sonido es originado por vibraciones (movimientos oscilatorios de un cuerpo alrededor de un punto de referencia) que se propagan en todas las direcciones en un medio elástico.

La NOM-011-STPS-2001 lo define como una vibración acústica capaz de producir una sensación audible.

2.3. FUENTES GENERADORAS DE RUIDO

Según Gómez (2011), las fuentes de ruido son muy variadas y están relacionadas con las actividades de la vida cotidiana y la dinámica de la naturaleza.

2.3.1. Fuentes fijas

La NOM-081-SEMARNAT-1994 la define como toda instalación establecida en un solo lugar que tiene como finalidad desarrollar actividades industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Se considera como un conjunto de elementos capaces de producir ruido que es emitido hacia el exterior.

2.3.2. Fuentes móviles

Las fuentes móviles hacen referencia a los vehículos de transporte de pasajeros o de carga en carretera, tales como automóviles, furgonetas, buses, busetas, camiones, camionetas, motocicletas. En los países industrializados, las fuentes importantes son los automóviles, se ha convertido en poco tiempo en la fuente de contaminación acústica más importante de todas las grandes ciudades del mundo (Pérez, 2006).

2.4. Zona crítica

La NOM-081-SEMARNAT-1994 define zona crítica como áreas aledañas a la parte exterior de la colindancia del predio de la fuente fija donde ésta produce las mayores emisiones de energía acústica en forma de ruido.

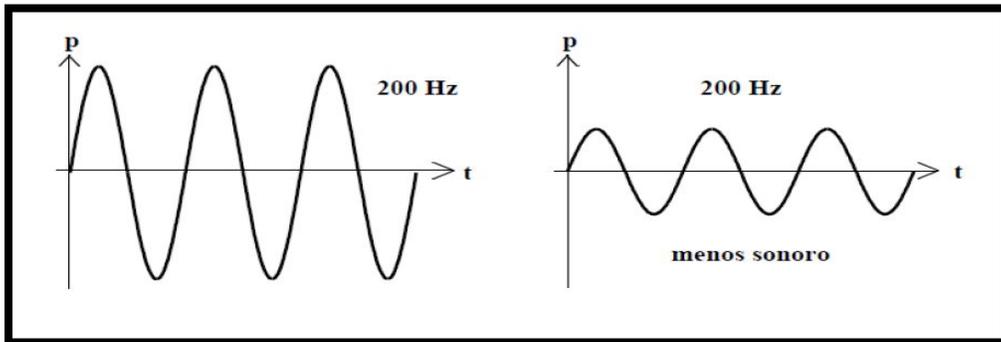
2.5. Intensidad y frecuencia

El ruido se presenta como una serie de ondas sonoras que varían en intensidad y frecuencia. La intensidad permite la distinción de un sonido fuerte de otro que no lo es, por ello de un mismo sonido se pueden obtener intensidades diferentes. Su unidad de medida es el decibelio dB (León, 2004).

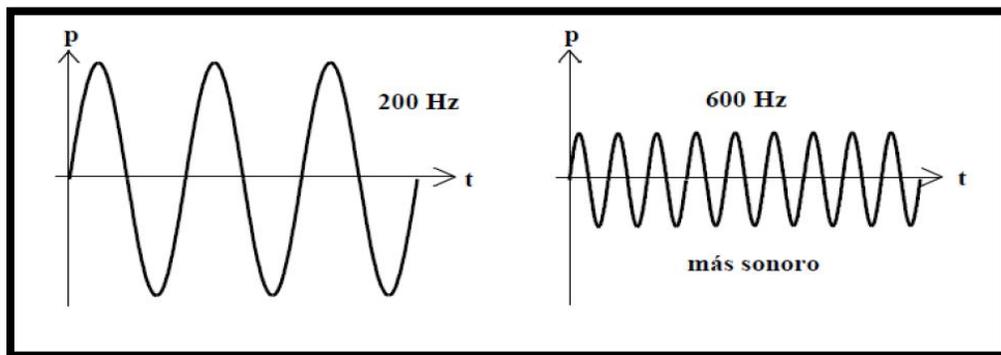
La frecuencia es el número de vibraciones por segundo y se expresa en Hertzios (Hz), por el cual permite clasificar a los sonidos en graves y agudos (León, 2004). La NOM-081-SEMARNAT-1994 define la frecuencia como el número de ciclos por unidad de tiempo. El sistema auditivo tiene la capacidad de oír sonidos de frecuencias desde los 20 Hz hasta 20,000 Hz.

En la gráfica 1 se presentan dos ejemplos de sonidos de 200 Hz pero de diferentes amplitudes, donde el de mayor amplitud resulta ser más sonoro, pero si se aumenta la frecuencia del sonido de menor amplitud puede llegar a percibirse

como más sonoro. En otro ejemplo, en la gráfica 2 son dos sonidos de diferentes frecuencias y amplitudes, el sonido de mayor frecuencia pero de amplitudes bajas resulta ser el más sonoro (Rocha, 2012).



Gráfica 1. Comparación de dos ruidos de 200 Hz (Rocha, 2012).



Gráfica 2. Comparación de ruidos de 200 Hz y 600 Hz (Rocha, 2012).

2.6. Características del ruido

El ruido se caracteriza por ser un fenómeno espontáneo que se vincula al horario y actividad que lo produce. La cuantificación de este fenómeno es muy compleja y no deja residuo en el lugar donde se produce o se genera, además, requiere menos cantidad de energía para ser producido, posee un radio de acción pequeño que facilita ser localizado, no es susceptible a su traslado a través de los sistemas naturales y se percibe solamente con el oído, esto hace subestimar su efecto, a diferencia de otros contaminantes como en el caso del agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor (Muñoz, 2011).

De acuerdo a la NOM-081-SEMARNAT-1994, el ruido se mide por medio de un sonómetro y la unidad es el decibelio (dB).

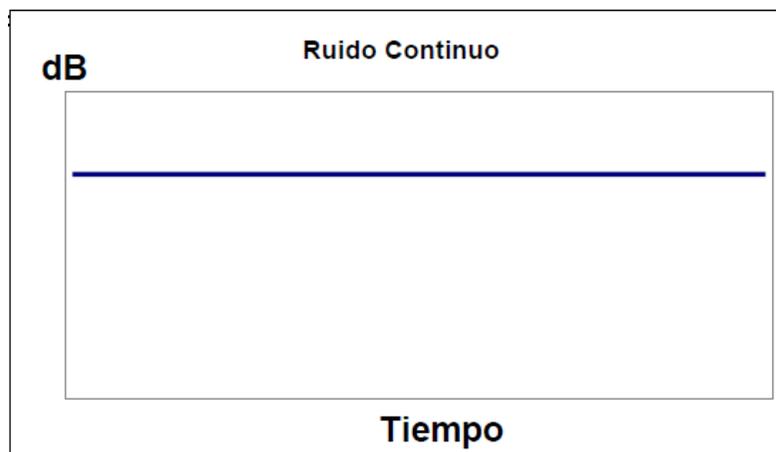
2.7. CLASIFICACIÓN DEL RUIDO

La clasificación se efectúa de acuerdo con las características de distribución de la energía acústica respecto al tiempo y de acuerdo con la distribución de los componentes simples de dicha energía (NMX-40-AA-1976).

El ruido se puede clasificar según la potencia y el periodo:

2.7.1. Ruido continuo o constante

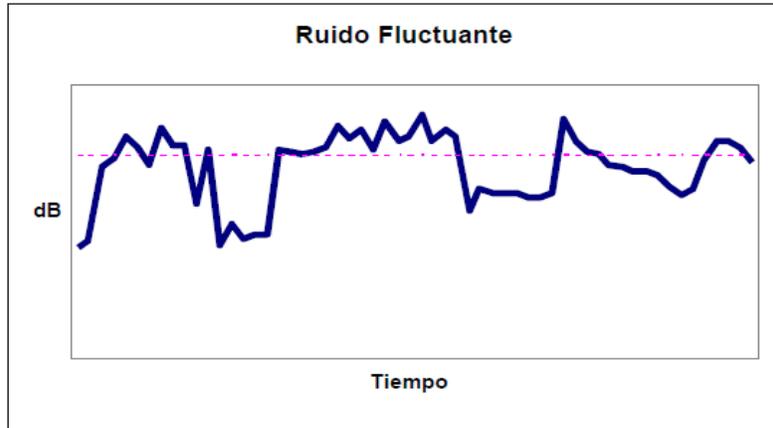
El ruido continuo o constante es aquel ruido cuya intensidad permanece constante o presenta pequeñas fluctuaciones (menores a 5 dB) a lo largo del tiempo.



Gráfica 3. Representación del ruido continuo (Seguéz, 2007).

2.7.2. Ruido fluctuante

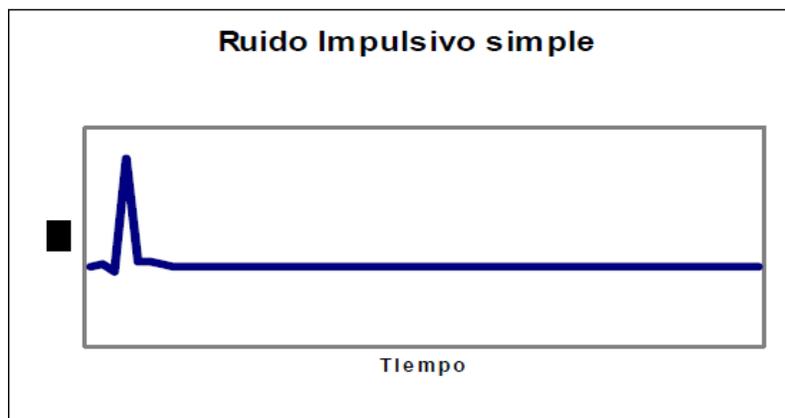
El ruido fluctuante es aquel ruido cuya intensidad fluctúa (varía) a lo largo del tiempo. Las fluctuaciones pueden ser periódicas o aleatorias.



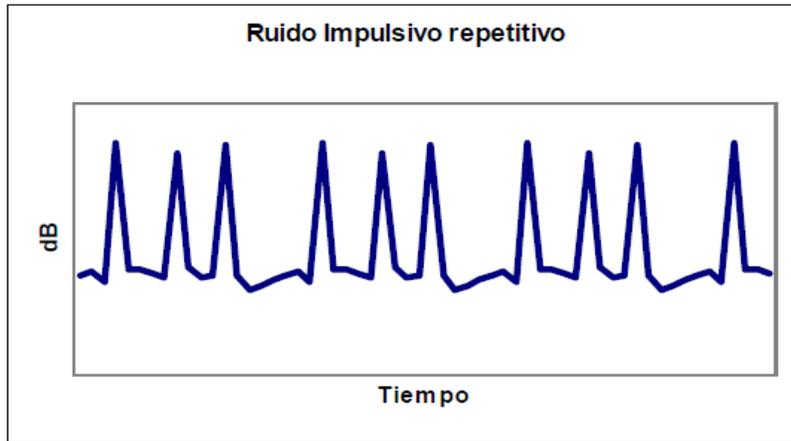
Gráfica 4. Representación del ruido fluctuante (Seguéz, 2007).

2.7.3. Ruido impulsivo

El ruido impulsivo es aquel ruido cuya intensidad aumenta bruscamente durante un impulso. La duración de este impulso es breve, en comparación con el tiempo que transcurre entre un impulso y otro (Zambrano, 2016).



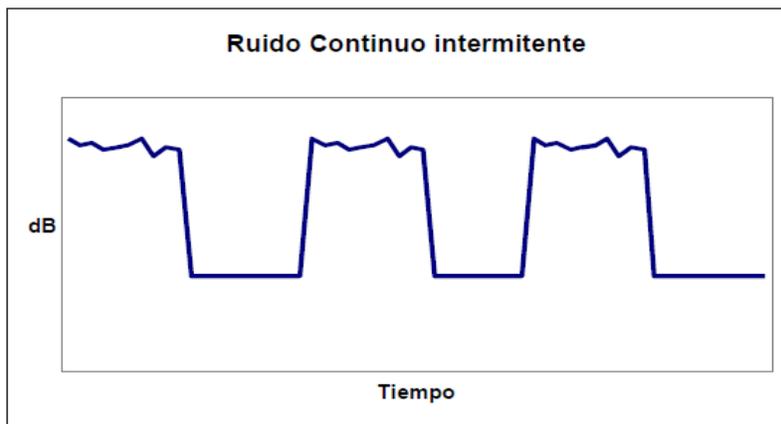
Gráfica 5. Representación del ruido impulsivo simple (Seguéz, 2007).



Gráfica 6. Representación de ruido impulsivo repetitivo (Seguéz, 2007).

2.7.4. Ruido intermitente

Este ruido posee características estables o fluctuantes durante 1 segundo o más, seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0.5 segundos (Corzo, 2000).



Gráfica 7. Representación de ruido continuo (Seguéz, 2007).

2.8. SONÓMETRO

Es un instrumento que se utiliza para la medición del ruido, determina los niveles de exposición. Está compuesto por un micrófono, un amplificador selectivo de frecuencia y un indicador.



Figura 1. Sonómetro marca CEM,DT-8852.

2.8.1. Tipos de sonómetros

Rocha (2012), expone las siguientes clases de sonómetros:

Clase 0: Esta clase solo se utiliza en los laboratorios para obtener niveles de referencia.

Clase 1: Permite el trabajo de campo con precisión.

Clase 2: Este permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo.

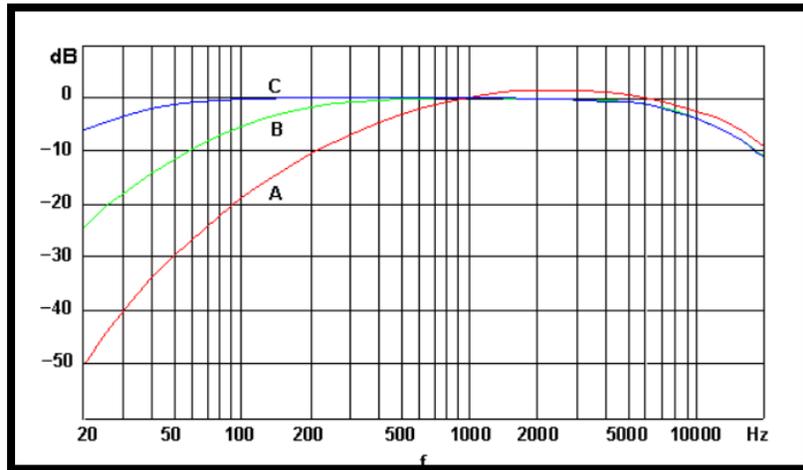
Clase 3: Esta clase solo permite mediciones aproximadas y se considera el menos preciso y normalmente se utiliza solo para realizar reconocimientos.

Este autor afirma que la norma IEC 61.672 elimina las clases 0 y 3.

2.8.2. Curvas de ponderación

Las redes de ponderación A, B, y C permiten hacer las mediciones en función de bandas de frecuencia, usando para ello filtros que reflejan las curvas de igual nivel de sonoridad de 40, 70 y 100 fones (unidad logarítmica decimal de nivel de sonoridad 10 fonios equivalen a 10 dB a 1000 Hz) respectivamente y que hacen referencia a frecuencias predominantes en bandas bajas, medias y altas (Llumiquina, 2002).

El oído humano no tiene la misma sensibilidad para todas las frecuencias, al efectuar una medición de ruido hay que tener en cuenta esta particularidad. En la gráfica 8 se muestra el comportamiento de las curvas de ponderación.



Gráfica 8. Curvas de niveles de ponderación (Miyara, 2010).

Curva **A**, se aproxima a la curva de audición de baja sensibilidad.

Curva **B**, se aproxima a la curva de audición de media sensibilidad.

Curva **C**, se aproxima a la curva de audición de alta sensibilidad.

El nivel sonoro más utilizado es la ponderación (A), porque tiene una frecuencia similar a la del oído humano. Cuando el nivel sonoro esté ponderado se suele representar el valor acompañado con dB (A), obteniéndose así los niveles sonoros ponderados.

2.8.3. Decibelio (dB)

El decibelio es un valor relativo y logarítmico que expresa la relación del valor medido respecto a un valor de referencia. El valor de referencia es el límite de perceptibilidad del oído humano, una presión sonora de 20 uPa. Por lo cual, 0 dB significa una presión sonora que está al borde de la perceptibilidad (Martínez y Peters, 2005).

Se emplea una escala logarítmica porque la sensibilidad que presenta el oído humano a las variaciones de intensidad sonora, sigue una escala logarítmica no

lineal así como lo menciona Martínez y Peters (2005). Por ello el belio y su submúltiplo el decibelio, resultan adecuados para valorar la percepción de los sonidos por un receptor. En realidad decibelio es un submúltiplo de la verdadera unidad, en belio, que es un logaritmo de la relación entre la magnitud de interés y la referencia, pero no se usa por ser demasiado grande a la práctica y por eso se utiliza el decibelio que equivale a la décima parte de un belio (Pérez, 2009).

2.8.4. Medición de ruido

Para la medición se utilizan comúnmente: Los decibeles (A) y los decibeles (C). Los decibeles (A), miden la forma en que se lo percibe, así como su peligrosidad potencial para el oído. Los decibeles (C) básicamente miden el sonido en cuanto a fenómeno físico. Un mismo ruido medido con la escala (C) resulta mayor que si se lo mide en la escala (A), dado que en ésta casi no se tienen en cuenta los sonidos graves, en razón de que el oído es menos sensible a ellos, y además son menos peligrosos (Miyara, 1995).

2.9. FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS MOLESTIAS QUE GENERA EL RUIDO

Para Segué (2007), las molestias debidas al ruido dependen de varios factores o aspectos que son los siguientes:

2.9.1. Tiempo de exposición

La molestia depende del tiempo al que un determinado sujeto está expuesto al ruido ya sea periodos de segundos, minutos, horas o incluso una vida laboral entera.

2.9.2. Características del sonido

Para un mismo nivel de ruido y un mismo tiempo de exposición, la molestia depende de las características del sonido: Espectro de frecuencias, ritmo, etc.

2.9.3. El receptor

Debido a que cada persona tiene distintas sensibilidades auditivas el ruido puede ser muy molesto para algunos y mientras que para otros no lo es.

2.9.4. La actividad del receptor

Para un mismo sonido, dependiendo de la actividad del receptor, éste puede ser considerado como un ruido o no. Cuando se trata de sonidos que durante la actividad laboral pasan desapercibidos, se convierten en ruidos perfectamente reconocibles en periodos de descanso (Segués, 2007).

2.10. Mecanismo del ruido en el sistema auditivo

El sonido viaja en forma de ondas en el medio aéreo o cambios de presión, lo que produce la vibración del tímpano, éste transfiere las vibraciones a tres huesos minúsculos en el oído medio, los que a la vez comunican las vibraciones al fluido contenido en la cóclea. Las células ciliadas se ubican dentro de la cóclea y ellas son las que responden las vibraciones del fluido enviando los impulsos nerviosos al cerebro que entonces interpreta los impulsos como sonido o ruido (Amable *et al.*, 2017).

2.11. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD

El ruido tiene graves efectos sobre la salud, bienestar y la calidad de vida de las personas, los efectos que ocasionan no solo dependen de sus características físicas, sino de otros parámetros objetivos y subjetivos inherentes a las personas que lo reciben y su entorno (Gámez y Pérez, 2005). Los expertos aseguran y demuestran que el ruido, sobre todo cuando es excesivo, no solo provoca daños auditivos sino que también causa subida de presión arterial, arritmia cardiaca, inestabilidad emocional, estrés, fatiga y otros padecimientos (Zambrano, 2016).

Berglund y Schwella (1999) mencionan los efectos que generan el ruido en las personas que están expuestas a niveles distintas del dicho contaminante por el cual enlista los siguientes puntos:

2.12. EFECTOS AUDITIVOS

2.12.1. Pérdida auditiva

La deficiencia auditiva causada por ruido se produce predominantemente en una banda de frecuencia de 3,000 a 6,000 Hz.

Para evitar la pérdida de audición debido a la exposición a ruidos de impulso, las presiones sonoras máximas nunca deben exceder de 140 dB para adultos y de 120 dB para niños.

2.12.2. Dolor en el oído

La exposición a niveles de ruido entre 80 y 100 dB podría producir dolor en el oído, si es de manera frecuente el efecto podría aumentar y hasta sufrir una deficiencia auditiva temporal.

2.13. EFECTOS NO AUDITIVOS

2.13.1. Efectos sobre el sueño

Los efectos primarios del trastorno del sueño son dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, vaso, constricción, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales.

Berglund y Schwella (1999) recomiendan que para un descanso apropiado, el nivel de sonido equivalente no debe exceder a 30 dB para el ruido continuo de fondo.

2.13.2. Efectos sobre la salud mental

El ruido no causa directamente enfermedades mentales, pero puede acelerar e intensificar el desarrollo de trastornos mentales latentes. La exposición a altos niveles de ruido ocupacional se ha asociado con el desarrollo de neurosis, pero los resultados de la relación entre ruido ambiental y efectos sobre la salud mental todavía no son concluyentes.

2.13.3. Efectos sobre el rendimiento

La exposición al ruido afecta negativamente el rendimiento, principalmente en trabajadores y niños. El ruido también puede producir deficiencias y errores en el trabajo y algunos accidentes pueden indicar un rendimiento deficiente.

2.13.4. Efectos en el embarazo

En diversos estudios, se ha mostrado que las madres en estado de gestación que a inicios de su embarazo se encuentran en lugares donde hay ruido, tienen niños que no existe la posibilidad de sufrir cambios, pero si la exposición es a los 5 o 6 meses de gestación, el niño no puede soportar el ruido.

2.13.5. La molestia

El ruido puede producir varios efectos sociales y conductuales, así como molestia, según estudios que, por encima de 80 dB (A) puede reducir la actitud cooperativa y aumentar la actitud agresiva.

2.13.6. Escuelas y centros preescolares

En las escuelas, los efectos críticos del ruido son la interferencia en la comunicación oral, disturbios en el análisis de información, por ejemplo, en la comprensión y adquisición de lectura. Para poder oír y comprender los mensajes orales en el salón de clase, el nivel de sonido de fondo no debe ser mayor de 35 dB durante las clases (Berglund *et al.*, 1999).

2.13.7. En la vida cotidiana

Un ambiente ruidoso puede causar aislamiento y frustración que pueden manifestarse en síntomas psicossomáticos o agresividad. De igual manera, se debe resaltar que es muy importante las condiciones ambientales para que se dé un desarrollo óptimo de la persona (Gómez, 2011).

2.13.8. EFECTOS A LARGO PLAZO

La OMS indica que la exposición frecuente a un ruido de 75 dB produce una pérdida de audición a largo plazo, mientras que la norma ISO de 1999 afirma que la exposición a niveles de ruido hasta 70 dB no produciría deficiencias auditivas. Por otro lado, Berglund *et al.* (1999) menciona que una exposición frecuente a un ruido de 65 a 70 dB puede tener efectos cardiovasculares a largo plazo, pero no produciría deficiencias auditivas.

2.14. NORMATIVIDAD DEL RUIDO

El ruido es un fenómeno que afecta a las personas tanto psicológicas como fisiológicas, para prevenir dichos efectos se establecieron normatividades para las fuentes fijas y móviles. La normatividad se puede clasificar en legislación ambiental, legislación laboral y normas o estándares (Miyara, 1995).

2.14.1. Organización Mundial de la Salud (OMS)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) sugiere un valor de ruido de 55 dB (A) como límite superior deseable al aire libre, en la tabla 1 se presentan los valores adicionales en decibelios sugeridos por la organización para ambientes específicos (Platzer, 2007).

Tabla 1. Límites máximos permisibles según la OMS (Platzer, 2007).

Ambientes	dB (A)
Viviendas	50 dB (A)
Escuelas	35 dB (A)
Discotecas	90 dB (A) x 4 h
Conciertos, Festivales	100 dB (A) x 4 h
Comercio y tráfico	70 dB (A)

2.14.2. Las Normas ISO (International Organization for Standardization)

Las normas ISO indican que niveles de ruido inferior a 70 dB durante las 24 horas del día no produciría deficiencias auditivas. Para los ruidos imprevistos se propone que el nivel de presión sonora (NPS) no debe exceder los 140 dB para adultos y 120 dB para niños (Platzer, 2007).

2.14.3. NOM-011-STPS-2001

La Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Esta norma establece los límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable,

inestable o impulsivo durante el ejercicio de sus labores, en una jornada laboral de 8 horas, en la tabla 2 se presentan los límites máximos permisibles.

Tabla 2. Límites máximos permisibles según la NOM-011-STPS-2001.

Nivel de exposición de ruido	Tiempo máximo permisible de exposición
90 dB (A)	8 horas
93 dB (A)	4 horas
96 dB (A)	2 horas
99 dB (A)	1 hora
102 dB (A)	30 minutos
105 dB (A)	15 minutos

2.14.4. NOM-081-SEMARNAT-1994

La NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles del nivel de ruido en ponderación “A” emitido por las fuentes fijas. Esta norma marca los límites permisibles de ruido dependiendo de la zona o lugar como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Límites máximos permisibles según la NOM-081-SEMARNAT-1994.

Zona	Horario	LMP dB (A)
Residencial (exteriores)	6:00 a 22:00	55
	22:00 a 6:00	50
Industriales y comerciales	6:00 a 22:00	68
	22:00 a 6:00	65
Escuelas (áreas exteriores de juego)	Durante el juego	55
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	4 horas	100

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, siendo sus coordenadas geográficas $25^{\circ} 21''$ de latitud Norte y $101^{\circ} 01''$ de longitud Oeste con una altitud de 1742 msnm.



Imagen 1. Ubicación de la zona de investigación.

3.2. Zonas de ruido seleccionadas

Para la evaluación del ruido se tomaron en consideración cuatro zonas las cuales son: El casino, comedor, área de edificios A y B y la parada de camiones universitarios. En la siguiente imagen 2 se señalan dichas zonas.

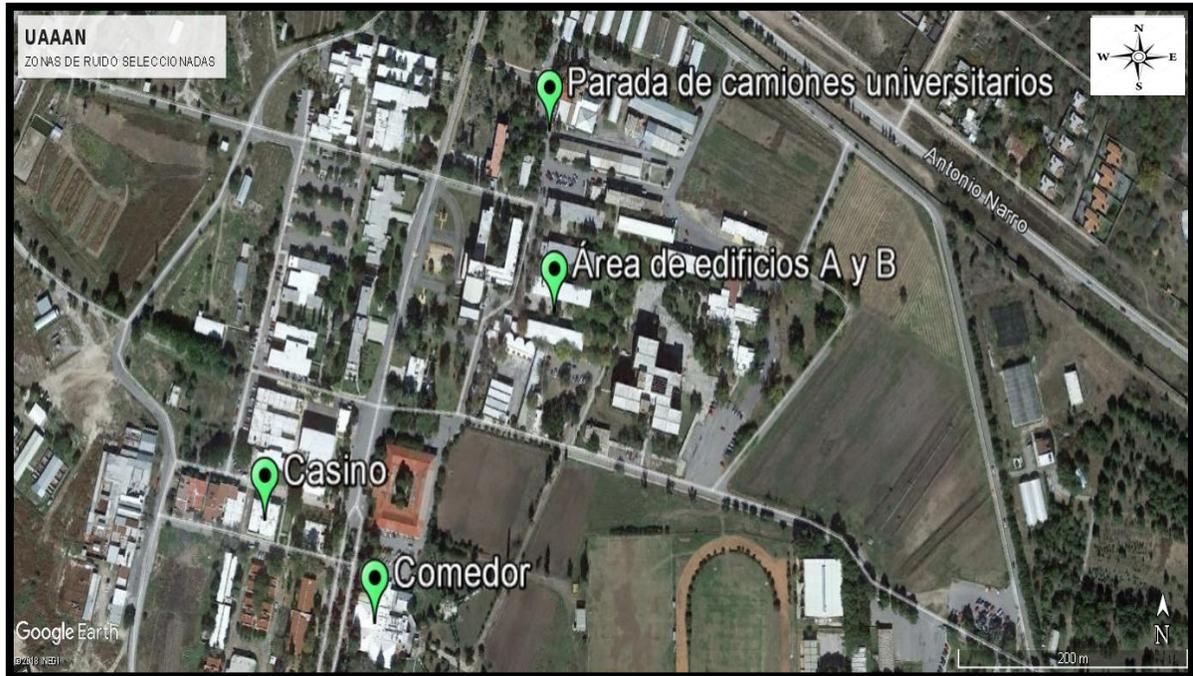


Imagen 2. Ubicación de las zonas de ruido seleccionadas.

3.3. METODOLOGÍA

Para efectuar el monitoreo se establecieron horarios diferentes y se realizó durante 5 días consecutivos en tiempo ordinario de clases.

3.3.1. Equipo

Para el monitoreo se empleó un sonómetro de la marca CEM, DT-8852, con una escala de medición A y C, clase 2. Por el cual cumple con los requerimientos de la norma IEC61672-1 clase 2 para medidores de nivel sonoro. Tiene un rango de medición LO: 30~80dB Med: 50~100dB, Hi: 80~130dB Auto: 30dB~130dB y un rango de frecuencia de 31.5-8 KHZ.

3.3.2. Premonitoreo

En la zona del casino y en la parada de camiones universitarios se realizó 3 días consecutivos de monitoreo en diferentes horarios, en el casino se tomaron los datos a partir de las 9:00 am, 10:00 am, 12: 00 pm, 2:00 pm y a las 3:00 pm, en la parada se efectuó el monitoreo a las 7:00 am, 8:00 am, 9:00 am, 12:00 pm, 2:00 pm y a las 3:00 pm, esto se realizó con el objetivo de evaluar en que horario hay

mayor nivel de ruido en estas dos zonas para posteriormente, en base a los valores obtenidos, asignar horario del monitoreo adecuado de los 5 días.

3.3.3. Monitoreo

En la zona del casino se tomaron los datos al inicio del servicio que corresponde a las 11:00 am (T1) y a las 1:00 pm (T2), en el comedor a las 12:00 pm (T1) y a las 2:00 pm (T2), en la parada de los camiones universitarios se realizó el monitoreo a las 7:00 am (T1), 8:00 am (T2) y a las 2:00 pm (T3), en los edificios A y B el monitoreo se realizó a las 10:00 am (T1) y a las 2:00 pm (T2). Se ubicaron 5 puntos de muestreo en cada zona con 30 lecturas por cada punto. En la parada de los camiones universitarios se ubicaron solamente 3 puntos de muestreo por ser un área más reducida.

Una vez recolectados todos los datos se prosiguió a calcular los promedios de las 30 lecturas por cada punto, esto se realizó en las cuatro zonas, donde posteriormente se concentraron los valores promedios en una tabla separándolos por zonas. Se graficaron los valores para analizar los niveles de ruido que emite cada zona. Finalmente se hizo una evaluación de los resultados para determinar cuál es la zona que emite los mayores valores de dB tomando como referencia las Normas Oficiales Mexicanas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ZONAS DE RUIDO SELECCIONADAS

4.1.1. Casino

En la tabla 4 se concentran los valores obtenidos de los distintos puntos durante 5 días de monitoreo, considerando que T1 es tiempo 1 (11:00 am) y T2 es tiempo 2 (1:00 pm).

Tabla 4. Promedios de los valores obtenidos en el casino durante 5 días.

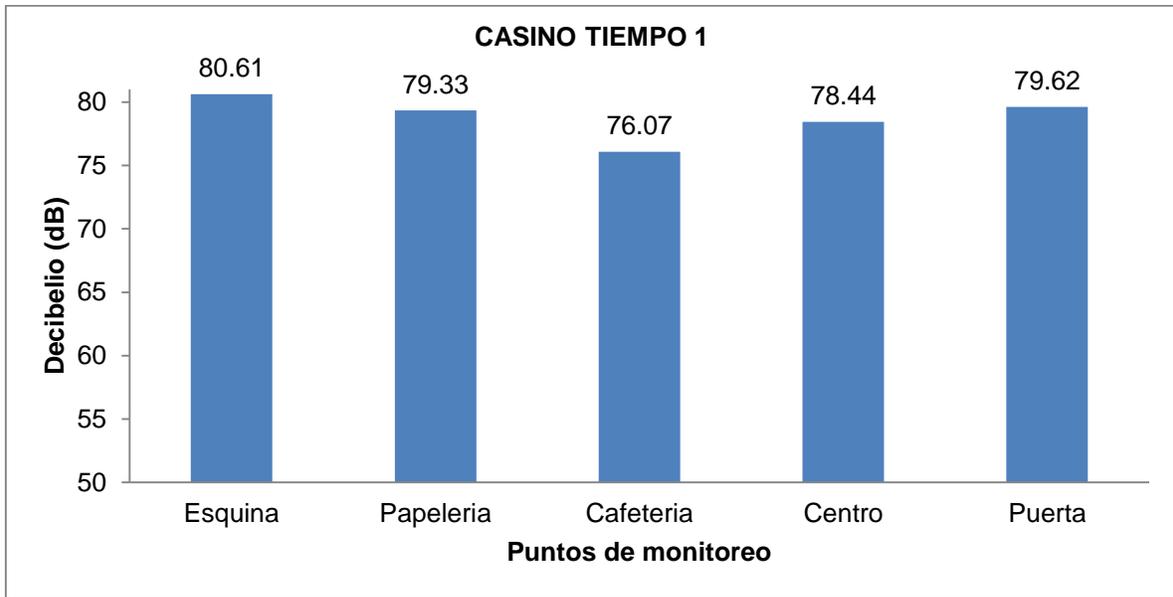
DÍA	PUNTO 1 ESQUINA		PUNTO 2 PAPELERÍA		PUNTO 3 CAFETERÍA		PUNTO 4 CENTRO		PUNTO 5 PUERTA	
	T1 (dB)	T2 (dB)	T1 (dB)	T2 (dB)	T1 (dB)	T2 (dB)	T1 (dB)	T2 (dB)	T1 (dB)	T2 (dB)
1	82.43	83.90	80.66	81.86	76.86	78.16	78.53	82.40	79.83	82.66
2	79.50	78.26	79.13	76.36	72.86	76.43	74.60	75.00	77.23	77.63
3	77.80	82.16	75.60	79.86	76.33	78.40	79.10	79.03	78.10	80.63
4	81.26	81.43	80.30	83.26	77.93	80.20	78.60	83.00	81.13	81.20
5	82.06	80.96	80.96	83.90	78.26	81.13	81.40	81.50	81.83	83.43

Para graficar el comportamiento del tiempo 1 y tiempo 2 en cada punto, se calculó el promedio, en la tabla 5 se concentran los valores obtenidos.

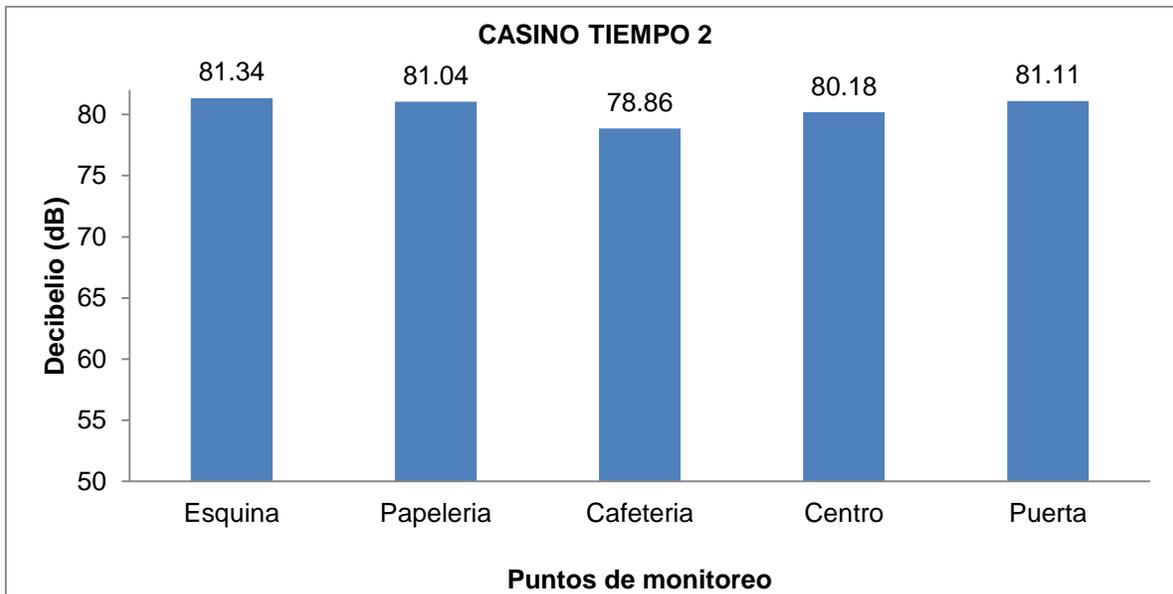
Tabla 5. Promedios de los valores de tiempo 1 y 2.

PUNTOS	TIEMPO 1 (dB)	TIEMPO 2 (dB)
Esquina	80.61	81.34
Papelería	79.33	81.04
Cafetería	76.07	78.86
Centro	78.44	80.18
Puerta	79.62	81.11

En la gráfica 9 muestra el comportamiento del nivel de ruido en el casino que corresponde al tiempo 1 (11:00 am).



Gráfica 9. Comportamiento de los cinco puntos del casino T1.



Gráfica 10. Comportamiento de los cinco puntos del casino T2.

En las gráficas 9 y 10 en el tiempo 1 y el tiempo 2, los valores en los 5 puntos monitoreados están por encima de los límites máximos permisibles establecido por la NOM-081-SEMARNAT-1994 que es de 68 dB, el valor máximo en el tiempo 1 es de 80.61 dB y el valor mínimo es de 76.07 dB, en el tiempo 2 el valor más alto es 81.34 dB y como mínimo es 78.86 dB. En el tiempo 2 el nivel de ruido está más

elevado que en el tiempo 1 por lo que se deduce que a esa hora hay más movimientos de alumnos y todos los videojuegos están en uso.

4.1.2. Comedor universitario

En la tabla 6 se pueden observar los valores del nivel de ruido en dB obtenidos en el comedor universitario durante los 5 días de monitoreo y en dos horarios, estos últimos tomados de acuerdo a horario de funcionamiento del mismo. El tiempo 1 se realizó a las 12:00 pm (T1) y el tiempo 2 a las 2:00 pm (T2).

Tabla 6. Promedios de los valores obtenidos en el comedor durante 5 días.

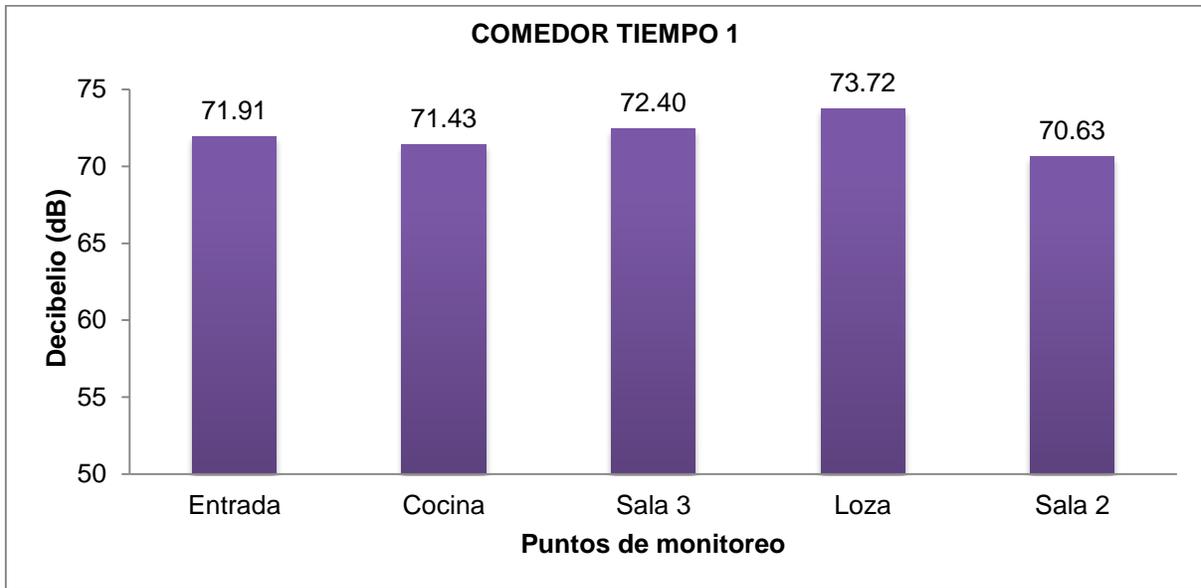
DÍA	PUNTO 1 ENTRADA		PUNTO 2 COCINA		PUNTO 3 CENTRO		PUNTO 4 LOZA		PUNTO 5 SALA 2	
	T1 (dB)	T2 (dB)	T1 (dB)	T2 (dB)	T1 (dB)	T2 (dB)	T1 (dB)	T2 (dB)	T1 (dB)	T2 (dB)
1	74.23	75.50	75.00	72.23	73.20	73.56	75.06	73.13	71.40	69.93
2	73.03	63.76	71.83	69.10	73.73	66.40	73.76	70.36	71.86	66.43
3	69.23	69.46	69.76	70.90	69.96	70.63	72.53	70.63	68.36	71.20
4	70.10	74.46	69.50	73.56	71.40	71.46	69.83	74.00	66.76	70.03
5	73.00	72.40	71.06	72.60	73.73	74.63	77.46	77.70	74.80	70.26

En la tabla 7 se concentran los promedios de los valores del tiempo 1 y tiempo 2 de cada punto.

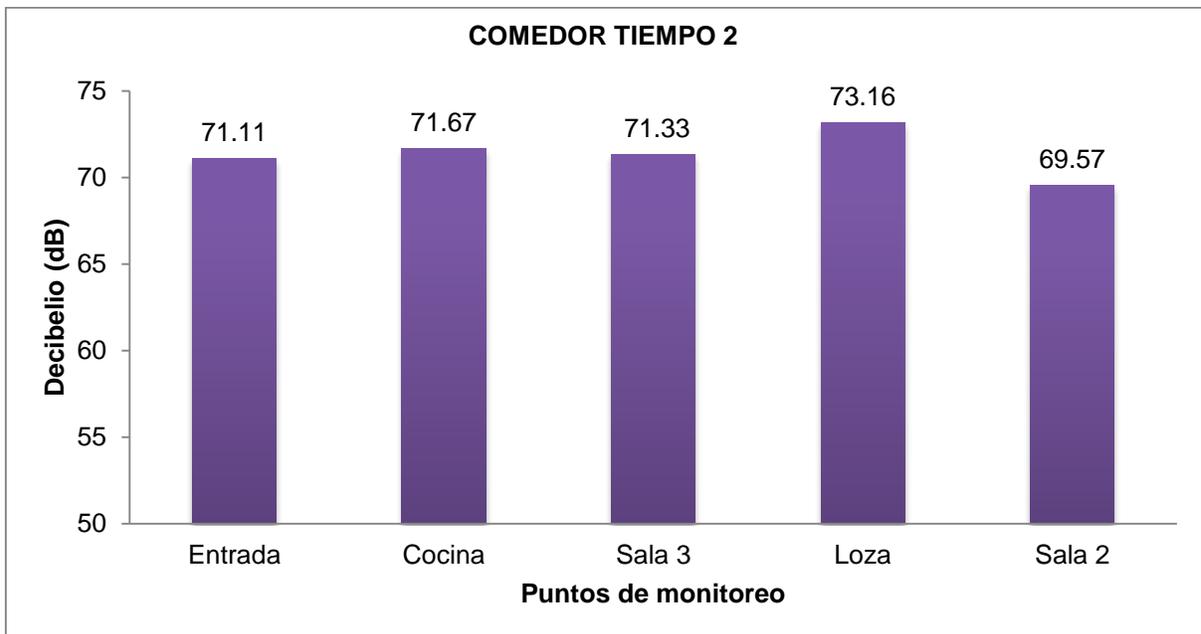
Tabla 7. Promedios de los valores del tiempo 1 y 2.

PUNTOS	TIEMPO 1 (dB)	TIEMPO 2 (dB)
Entrada	71.91	71.11
Cocina	71.43	71.67
Sala 3	72.40	71.33
Loza	73.72	73.16
Sala 2	70.63	69.57

Posteriormente, se grafican los valores del tiempo 1 y tiempo 2 para analizar el comportamiento de los 5 puntos monitoreados en esta zona.



Gráfica 11. Comportamiento de los 5 puntos del comedor T1.



Gráfica 12. Comportamiento de los 5 puntos del comedor T2.

En esta zona, tanto en el tiempo 1 y tiempo 2 los valores exceden los límites máximos permisibles de 68 dB establecido por la NOM-081-SEMARNAT-1994. En el tiempo 1 el valor máximo fluctúa hasta 73.72 dB mientras que el valor mínimo es 70.63 dB, en el tiempo 2 el valor máximo es de 73.16 dB y el mínimo es de 69.57 dB. Así también excediendo los valores de referencia sugerido por la

Organización Mundial de la Salud de 55 dB por el cual provocará efectos en la salud en general de las personas expuestas, teniendo un mayor impacto en los empleados donde la exposición es mayor.

4.1.3. Área de edificios A Y B

En el área de edificios A y B se realizó el monitoreo en dos tiempos, el tiempo 1 se efectuó a las 10:00 am (T1) y el tiempo 2 a las 2:00 pm (T2), en la tabla 8 se concentran los promedios de cada punto con las dos lecturas correspondientes.

Tabla 8. Promedios de los valores obtenidos en el área de edificios A y B durante 5 días.

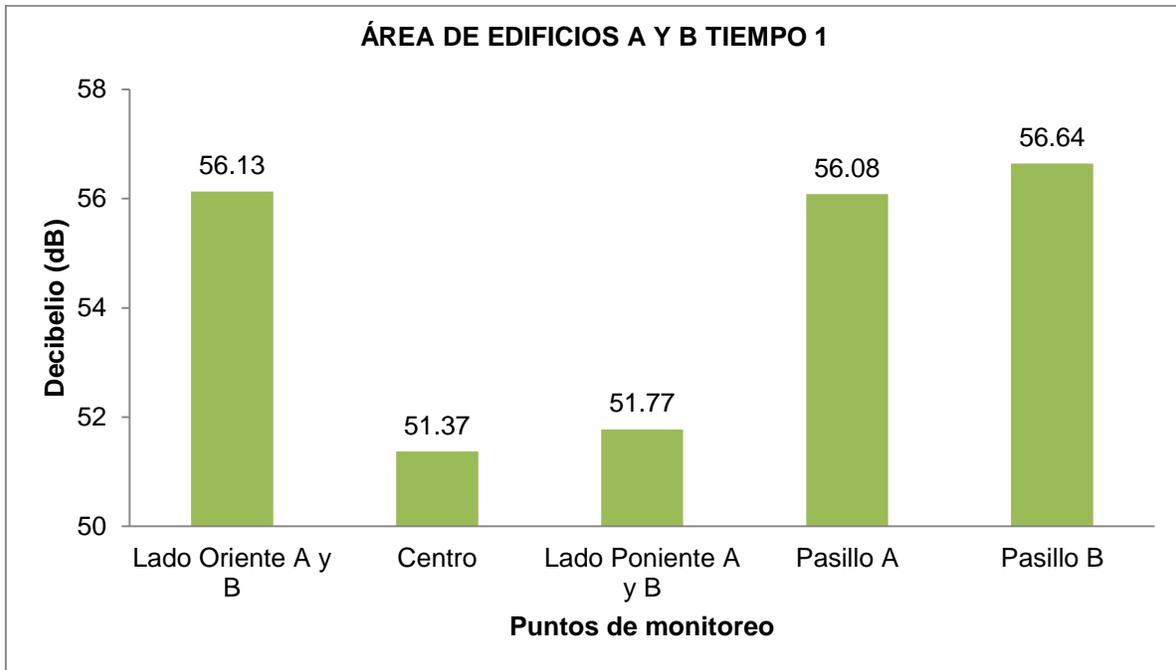
DÍA	PUNTO 1 LADO ORIENTE A Y B		PUNTO 2 CENTRO		PUNTO 3 LADO PONIENTE A Y B		PUNTO 4 PASILLO "A"		PUNTO 5 PASILLO "B"	
	T1 (dB)	T2 (dB)	T1(dB)	T2(dB)	T1 (dB)	T2 (dB)	T1(dB)	T2(dB)	T1(dB)	T2(dB)
1	54.50	65.26	52.90	64.86	54.46	62.86	63.80	68.63	67.33	55.36
2	52.40	58.10	50.06	62.20	50.13	58.56	51.23	68.63	51.10	63.13
3	62.03	61.00	52.13	60.33	51.66	58.06	58.46	62.06	53.30	64.83
4	55.76	59.93	50.80	56.33	50.60	55.83	50.93	56.23	54.50	61.76
5	56.00	61.00	51.00	61.00	52.00	59.00	56.00	64.00	57.00	61.00

En la tabla 9 se concentran los promedios de los valores de tiempo 1 y tiempo 2 de los 5 puntos de monitoreo.

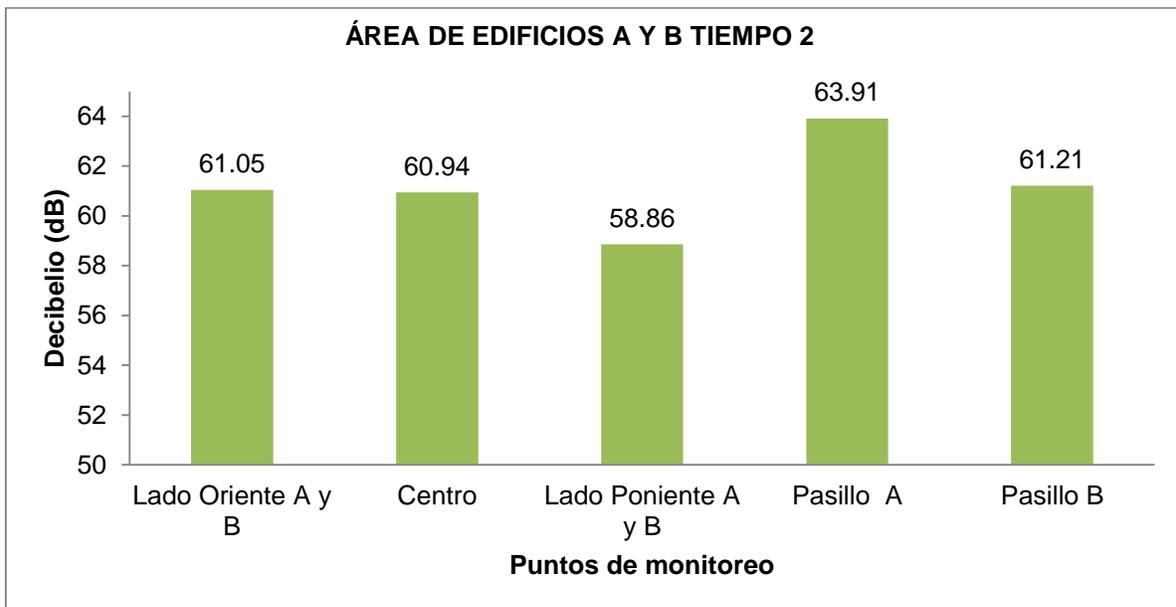
Tabla 9. Promedio de los valores del tiempo 1 y 2.

PUNTOS	TIEMPO 1 (dB)	TIEMPO 2 (dB)
Lado Oriente A y B	56.13	61.05
Centro	51.37	60.94
Lado Poniente A y B	51.77	58.86
Pasillo A	56.08	63.91
Pasillo B	56.64	61.21

Posteriormente se graficaron los 5 puntos para comparar los valores del tiempo 1 y tiempo 2 y de igual forma, comparar con los límites máximos permisibles establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994.



Gráfica 13. Comportamiento de los 5 puntos en el área de edificios A y B T1.



Gráfica 14. Comportamiento de los 5 puntos en el área de edificios A y B T2.

En la tabla 9 en el tiempo 1, de los 5 puntos monitoreados 3 de ellos sobrepasan los límites establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994, en la referencia de área escolar indicando un valor máximo de 55 dB, en el caso del tiempo 2, todos

los puntos sobrepasan dichos límites, esto debido a que la mayor afluencia a clases se da en este horario. Es importante recalcar que dichos valores al sobrepasar los límites de dB normados desfavorece la impartición de docencia de una forma eficiente ya que puede ser perturbada por dicho ruido.

4.1.4. Parada de camiones universitarios

En la tabla 10 se concentran los valores obtenidos del nivel de ruido en la parada de camiones universitarios, el monitoreo se efectuó en tres diferentes horarios: Tiempo 1 se realizó 7:00 am (T1), el tiempo 2 a las 8:00 am (T2) y el tiempo 3 a las 2:00 pm (T3), considerando que son horarios de mayor tránsito y de acuerdo al resultado de los premonitoreos, se eligieron 3 puntos por ser un área reducida.

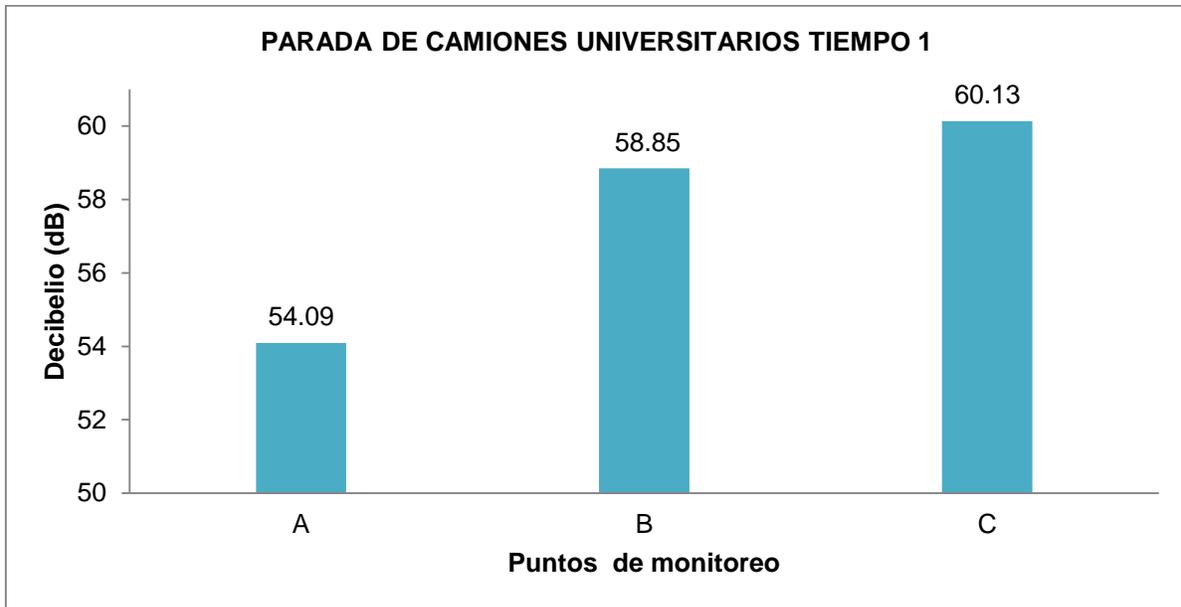
Tabla 10. Promedios de los valores obtenidos en la parada de camiones universitarios durante 5 días.

DÍA	PUNTO 1 (A)			PUNTO 2 (B)			PUNTO 3 (C)		
	T1 (dB)	T2 (dB)	T3 (dB)	T1 (dB)	T2 (dB)	T3 (dB)	T1 (dB)	T2 (dB)	T3 (dB)
1	59.03	63.56	66.40	64.86	50.56	68.53	58.13	52.73	70.90
2	49.90	55.36	66.10	50.93	54.13	65.30	67.90	52.50	64.46
3	51.53	50.50	54.76	66.83	52.93	56.83	56.73	55.30	60.40
4	56.03	54.90	51.46	51.66	55.70	54.16	57.93	55.70	69.90
5	54.00	56.00	59.00	60.00	53.00	61.00	60.00	54.00	66.00

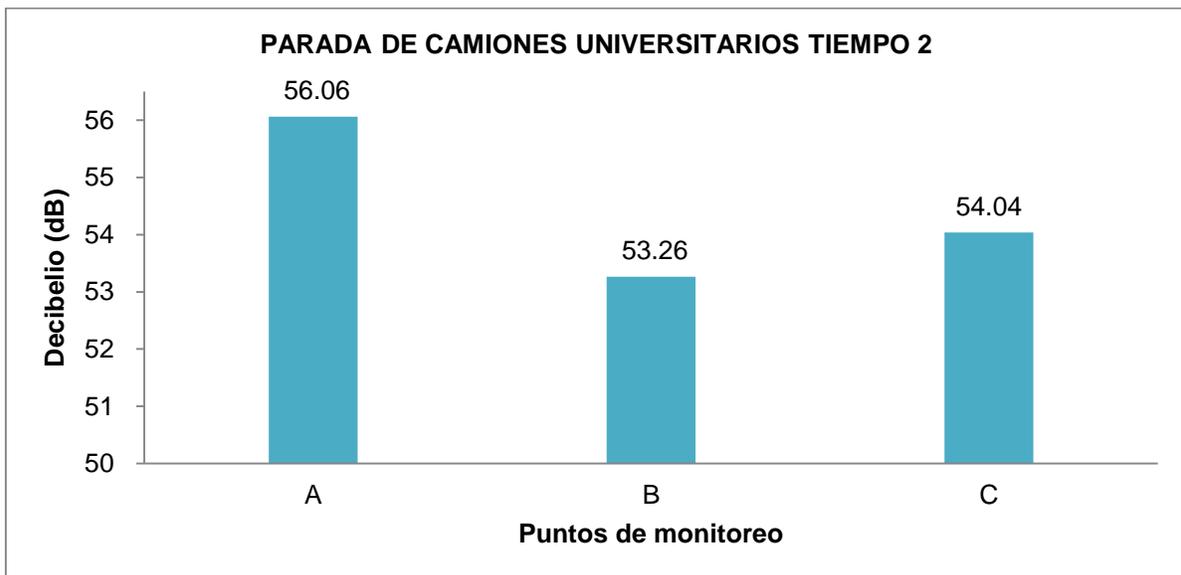
En la tabla 11 se concentran los promedios de los valores del tiempo 1 y tiempo 2 de los tres puntos monitoreados.

Tabla 11. Promedio de los valores del tiempo 1, 2 y 3.

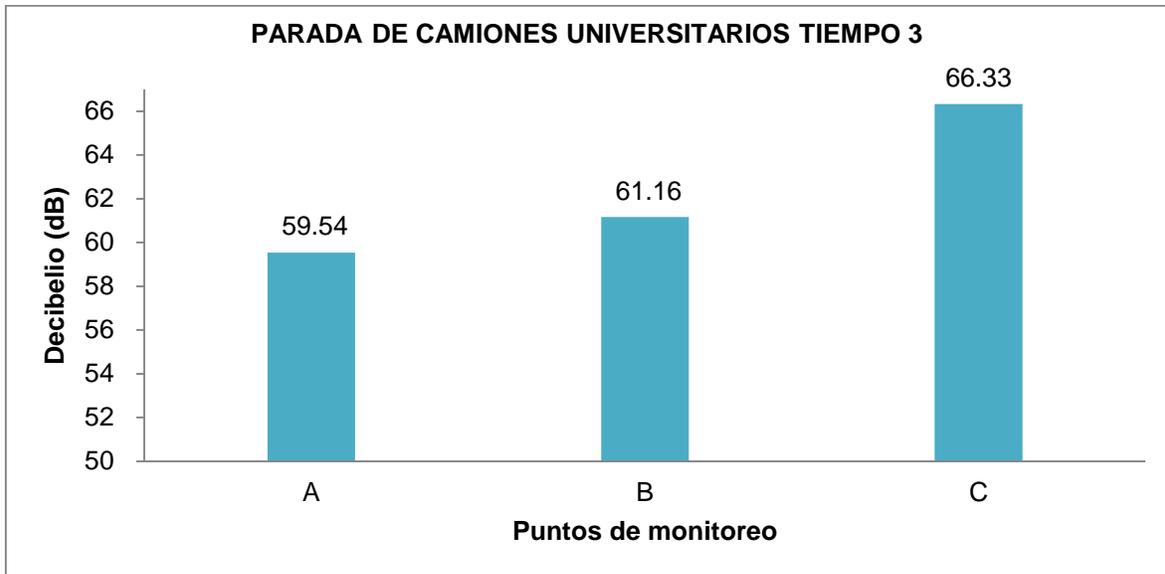
PUNTOS	TIEMPO 1 (dB)	TIEMPO 2 (dB)	TIEMPO 3 (dB)
A	54.09	56.06	59.54
B	58.85	53.26	61.16
C	60.13	54.04	66.33



Gráfica 15. Comportamiento de los 3 puntos de la parada de camiones universitarios T1.



Gráfica 16. Comportamiento de los 3 puntos de la parada de camiones universitarios T2.



Gráfica 17. Comportamiento de los 3 puntos de la parada de camiones universitarios T3.

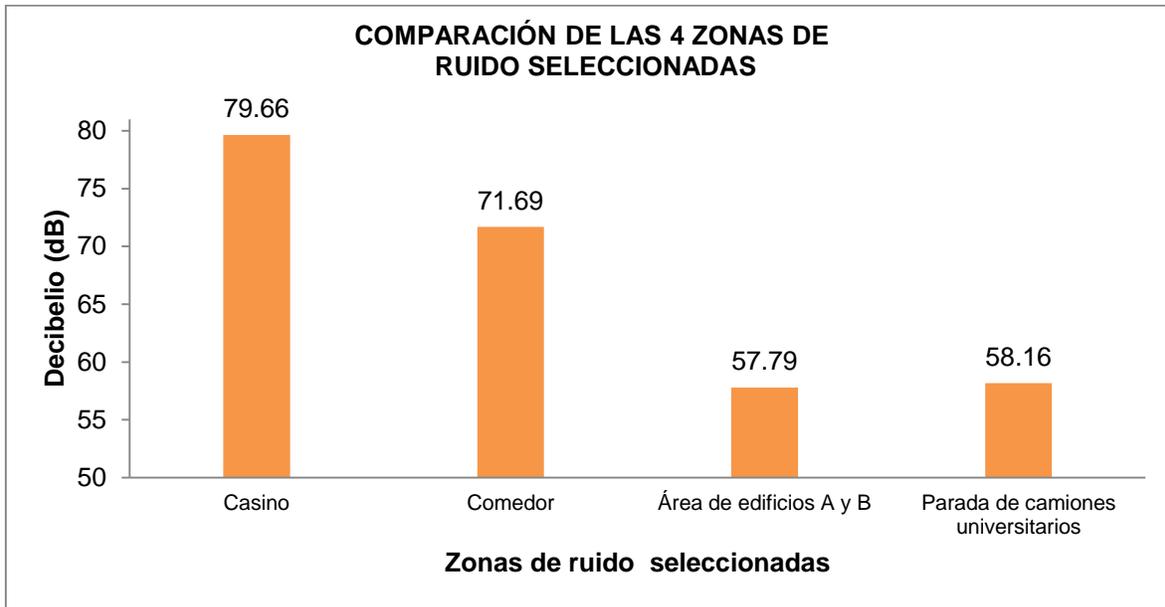
En esta zona, los valores obtenidos en los tres tiempos no sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994. En el tiempo 1 el valor máximo es de 60.13 dB y el valor mínimo es de 54.09 dB, en el tiempo 2 el valor máximo es de 56.06 dB y el valor mínimo es de 53.26 dB, mientras que en el tiempo 3 el valor máximo es de 66.33 dB y el valor mínimo es de 59.54 dB. Al no sobrepasar los límites y ser una exposición muy breve no hay afectación de ningún tipo sobre la salud de las personas.

4.1.5. Evaluación de las 4 zonas de ruido seleccionadas

Para esta evaluación, se calculó el promedio del tiempo 1 y tiempo 2 de cada zona evaluada dentro de la Universidad, en el caso de la parada de camiones universitarios se calculó el promedio de los tres tiempos.

Tabla 12. Nivel de ruido en dB de las 4 zonas seleccionadas.

ZONAS DE RUIDO SELECCIONAS	dB
Casino	79.66
Comedor	71.69
Área de edificios A y B	57.79
Parada de camiones universitarios	58.16



Gráfica 18. Comparación del nivel de ruido de las 4 zonas de ruido seleccionadas.

En la gráfica 18 se puede ver el comportamiento de cada una de las 4 zonas de ruido, siendo el casino con mayor nivel de ruido con un valor de 79.66 dB, seguido del comedor el cual tiene un valor de 71.69 dB, el nivel de ruido en estas dos zonas al igual que en el caso de los edificios A y B donde el nivel de ruido es de 57.79 dB, están por encima de los límites máximos permisibles de los establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994, la parada de camiones universitarios el nivel de ruido alcanza hasta 58.16 dB, por lo tanto, ésta última está dentro de los límites máximos permisibles.

5. CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en el trabajo de tesis, se concluye lo siguiente:

- Se logró evaluar los niveles de ruido de cuatro zonas dentro de la Universidad, las cuales fueron; casino, comedor, parada de camiones universitarios y zona de edificios A y B en jornada ordinaria.
- La zona del casino sobrepasó los límites máximos permisibles de decibelios normados, siendo el tiempo 2 donde presentan los niveles más altos.
- La zona del comedor rebasó los valores normados de intensidad de ruido, mostrándose los más altos en el tiempo 1.
- El área de edificios A y B al igual que los anteriores excedió los límites permitidos de ruido, presentándose los niveles más altos en el tiempo 2.
- La zona de parada de camiones se encuentra dentro de los límites máximos permisibles normados.
- Los resultados de evaluación de monitoreo de ruido de las distintas zonas seleccionadas generan en esta tesis un producto de gran relevancia como antecedente de estudio de ruido dentro de la Universidad.
- Estos resultados son informativos y de conciencia ya que en la mayoría de los casos por ser la exposición al ruido una decisión personal es también responsabilidad de cada individuo tomar una acción.

6. RECOMENDACIONES

- Dar a conocer los resultados de este trabajo al encargado del comedor universitario, así como las consecuencias que puede traer la exposición a los altos niveles de ruido a los trabajadores y alumnos y controlar el volumen de audio (música) principalmente.
- Para el área de edificios A y B, enterar de los resultados de esta investigación al área de prefectura para que establezcan un reglamento y/o control a la hora del tránsito de alumnado, de manera que los profesores y alumnos que se encuentran en las aulas no se vean afectados.
- En el casino, dar a conocer los resultados obtenidos en este trabajo a los empleados y alumnos para que tengan conciencia de los efectos que puede acarrear en su salud y tomen medidas preventivas tales como; bajar el volumen de la música y videojuegos, en el caso específico de los empleados tomar periodos de descanso.

7. BIBLIOGRAFÍA

- **Amable**, A., I., Méndez, M., J., Delgado, P., L., Acebo, F., F., de Armas M., J., & Rivero, L., M., L. 2017. Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39(3), 640-649.
- **Berglund**, B., Lindvall, T., & Schwella, D. 1999. Guías para el ruido urbano. Organización Mundial de la Salud-OMS.
- **Corzo**, A. 2000. Ruido industrial y efecto a la salud.
- **Escobar**, G., J., K. 2017. Análisis de la contaminación por ruido generada por aeropuertos y su efecto en la salud. Bogotá.
- **Gámez**, A., & Pérez C. 2005. Situación ambiental y su relación con afecciones en la salud. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 2005; 21 (3-4).
- **German**, G., M., & Santillán, A., O. 2006. Del concepto del ruido urbano al de paisaje sonoro. *Bitácora* 10(1). Pp. 39-52.
- **Gómez**, J., 2011. El ruido: efectos psicológicos y su incidencia económica. Ingeniería, vol. 21. *Informe Académico*. Pp. 75-78.
- **Hernández**, D., A., & González, M., B., M. 2008. Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial. Pp. 2-3.
- **León**, V., F. 2004. La contaminación acústica en las calles españolas. Pp. 5-11.
- **Llumiyinga**, O., P., A. 2002. Estudio de los efectos que causa el ruido en una planta industrial sobre los trabajadores y como aplacar. Quito. Pp. 7-8.
- **Martínez**, J., L., & Peters, J. 2005. Contaminación acústica y ruido. *Ecologistas en acción*. Pp. 5-32.
- **Miyara**, F. 1995. Contaminación acústica urbana en Rosario. Pp. 1-8.
- **Miyara**, F. 2010. Niveles sonoros. Argentina.
- **Morales**, P., J. 2009. Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos. Tesis doctoral. Madrid. España.

- **Moreno, C., F., Orozco, M., M., Zumaya, L., M.** 2013. Los niveles de ruido en una biblioteca universitaria, bases para su análisis y discusión. Universidad de Guadalajara, Jalisco.
- **Muñoz, S., V.** 2011. Contaminación acústica, concepción. Chile. Pp. 1- 35.
- **NOM-081-SEMARNAT-1994.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- **NOM-011-STPS-2001.** Condiciones de seguridad e higiene en los centros del trabajo donde se genere ruido.
- **Platzer, M., L., Iñiguez, C., R., Cevo, E., J., & Ayala, R., F.** 2007. Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Pp. 122-128.
- **Rocha., H., D.** 2012. Sonómetro digital (*Tesis Doctoral*). Pp.10-11.
- **Sandoval, A., M.** 2005. Ruido por tráfico urbano: conceptos, medidas descriptivas y valoración económica. *Revista de economía y administración*. Pp. 1-49.
- **Segués, F.** 2007. Conceptos básicos de ruido ambiental. *Ministerio de Medio ambiente*. Sistema de Información sobre Contaminación Acústica - SICA.
- **Ulloa, Z., C., J.** 2016. La contaminación acústica y la falta de normativa en el sistema jurídico ecuatoriano. UNIANDES.
- **Zamorano, G., B., Peña C., F., Parra S., V., Velázquez N., Y., & Vargas M., J.** 2015. Contaminación por ruido en el centro histórico de Matamoros. Tamaulipas, México.