

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Eficiencia del jardín vertical de plantas ornamentales como
aislante acústico para la reducción de ruidos ambientales**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Danny Enrique Norabuena Zambrano

Bach. Sharon Leia Shiguay Torres

Asesor:

Mg. Jackson Edgardo Perez Carpio

Lima, Febrero de 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Mg. Jackson Edgardo Perez Carpio, de la Facultad de Ingeniería y arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“EFICIENCIA DEL JARDIN VERTICAL DE PLANTAS ORNAMENTALES COMO AISLANTE ACÚSTICO PARA LA REDUCCIÓN DE RUIDOS AMBIENTALES”** constituye la memoria que presenta los Bachiller(es), Danny Enrique Norabuena Zambrano y Sharon Leia Shiguay Torres para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 10 días del mes de marzo del año 2022



Jackson Edgardo Perez Carpio

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **25 días** día(s) del mes de **febrero** del año 2022 siendo **las 09:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, el secretario: **Ing. Orlando Alan Poma Porras**, y los demás miembros: **Ing. Nancy Curasi Rafael y el Mg. Joel Hugo Fernandez Rojas** e, y el asesor **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Eficiencia del jardín vertical de plantas ornamentales como aislante acústico para la reducción de ruidos ambientales"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **DANNY ENRIQUE NORABUENA ZAMBRANO**

.....b) **SHARON LEIA SHIGUAY TORRES**

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/a(la)(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **DANNY ENRIQUE NORABUENA ZAMBRANO**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A.	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

Candidato (b): **SHARON LEIA SHIGUAY TORRES**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Milda Amparo
Cruz Huaranga



Asesor
Mg. Jackson Edgardo
Perez Carpio



Candidato/a (a)
Danny Enrique
Norabuena Zambrano



Secretario
Ing. Orlando Alan
Poma Porras



Miembro Mg. Joel
Hugo Fernández
Rojas



Candidato/a (b)
Sharon Leia Shiguay
Torres

EFICIENCIA DEL JARDÍN VERTICAL DE PLANTAS ORNAMENTALES COMO AISLANTE ACÚSTICO PARA LA REDUCCIÓN DE RUIDOS AMBIENTALES

Efficiency of the vertical garden of ornamental plants as acoustic insulation for the reduction of environmental noises

EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú.

Danny Enrique Norabuena Zambrano¹ Sharon Leia Shiguay Torres²

Email: dannynorabuena@upeu.edu.pe ; sharonshiguay@upeu.edu.pe

Resumen

La exposición prolongada al nivel de ruido perjudica en la salud de las personas que se encuentran afectados por los niveles de ruido altos. Se realizó este trabajo con el objetivo de dar a conocer la efectividad del jardín vertical de plantas ornamentales como aislante acústico para la reducción de ruidos ambientales. De acuerdo a los resultados obtenidos en ANOVA se define que la distancia tiene un efecto sobre la atenuación lo que significa que la distancia tiene predominancia en la atenuación del ruido, existe una buena atenuación a una distancia de 3 metros lo que significa que la distancia tiene predominancia en la atenuación del ruido los datos evaluados en cada semana no tienen injerencia en la atenuación del nivel de ruido se puede afirmar que cuando se coloca la barrera acústica de jardín vertical al 60% y 100 % a tres metros tiene una mayor atenuación y efectividad para ser utilizada como barrera acústica. se concluye que la barrera acústica de jardín vertical al 100% es más efectivo para ser utilizada como barrera para disminuir el ruido.

Palabras claves: Barrera acústica, ruido ambiental, aislante acústico

Abstract

Prolonged exposure to noise level harms the health of people who are affected by high noise levels, this work was carried out with the aim of publicizing the effectiveness of the vertical garden of ornamental plants as acoustic insulation for the reduction of environmental noises. According to the results obtained in ANOVA, it is defined that the distance has an effect on the attenuation, which means that the distance has predominance in the noise attenuation, there is a good attenuation at a distance of 3 meters, which means that the distance has predominance in the noise attenuation the data evaluated in each week have no interference in the attenuation of the noise level it can be affirmed that when the vertical garden acoustic barrier is placed at 60% and 100% at three meters it has a greater attenuation and effectiveness to be used as an acoustic barrier. It is concluded that the 100% vertical garden acoustic barrier is more effective to be used as a barrier to reduce noise.

Keywords: Acoustic barrier, ambient noise, acoustic insulator

INTRODUCCIÓN

Según la (Héroux et al., 2020), menciona que el ruido es un problema de la salud pública y se encuentra entre los principales riesgos ambientales para la salud, en la Unión Europea (UE), al menos 100 millones de personas en la Unión Europea se ven afectados por el ruido del tráfico rodado, y solo en Europa occidental al menos 1,6 millones de años de vida saludables se pierden como resultado del ruido del tráfico rodado.

Según European Environment Agency (2020), afirma que la exposición prolongada al ruido ambiental causa 12 000 muertes prematuras y contribuye a 48 000 nuevos casos de cardiopatía isquémica al año en el territorio europeo. Se estima que 22 millones de personas sufren molestias crónicas elevadas y 6,5 millones de personas sufren trastornos crónicos del sueño intensos.

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2016), menciona que la contaminación sonora es uno de los problemas que afecta a las grandes ciudades y perjudica la salud de la población a consecuencia de la contaminación sonora como resultado de la evaluación realizada en Lima y Callao el 90.21% y 94.74% de las ciudades sobrepasaron los niveles establecidos por la normativa.

Según el Congreso de la República (2012), aprobaron la ley orgánica de municipalidades en el artículo 80° mencionan que es función de las municipalidades distritales y provinciales regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente, también tienen la función de Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

Según el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Ruido D.S N° 085-2003-PCM, (2004), en el artículo 10° menciona de la vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora en el ámbito local es una actividad a cargo de las municipalidades provinciales y distritales de acuerdo a sus competencias .

Según la Ley General Del Ambiente N°28611 (2005) menciona en Artículo 115° que las autoridades sectoriales y gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos de las actividades que se encuentran bajo su regulación como actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles.

García et al., (2020), menciona que los efectos de la contaminación sonora sí causa enfermedades en el oído, ya que este órgano recibe fisiológicamente los sonidos, y a consecuente perjudica la salud de las personas como incapacidad comunicativa debido a la sordera severa, consecuencias físicas, psicológicas y económicas.

Zeballos Pimentel & Román Arce (2020), mencionan que el flujo vehicular ha incrementado de manera rápida en la ciudad de Tacna y ha generado mucha contaminación sonora que viene perjudicando los centros educativos a pesar que son considerado como zona especial.

Gaitan Castillo (2020), menciona que en la provincia de Cajamarca existen lugares que generan mucho ruido como centros comerciales, recreos o centros de recreación, discotecas, cinema, lugares de diversión, entre otros y ninguno de ellos cuenta con aisladores ni barreras acústica que ayudan a disminuir el nivel de ruidos.

Bryan (2020), menciona que han crecido las actividades de la población y se vive a diario recíprocamente entre el hombre y la naturaleza, a consecuencia de muchas actividades se ha incrementado los niveles de contaminación sonora generando impactos ambientales negativos que perjudican la salud humana y perturban el ambiente a consecuencia de muchas actividades tales como: La industria manufacturera, la construcción la recreación, tránsito vehicular entre otros contaminantes.

Antonio & Mora (2020) afirma que el principal problema de la contaminación sonora perjudica la forma de vida de los pobladores porque a diario se ven sometidos a esta contaminación sobre todo en las grandes ciudades. Sin embargo, este problema no es considerado como prioridad y pasa desapercibido para la mayoría de la gente. Así mismo,

se ha investigado mucho sobre la importancia de dar solución a este problema ya que provoca niveles de contaminación sonora altas.

Sanandr & Septiembre (2020), menciona que en los países en desarrollo crecen de manera rápida, así como las actividades de las industrias y hace que el flujo vehicular aumente rápidamente produciendo contaminación sonora perjudicando la salud de la población y generando molestia tanto en el ámbito fisiológico como en el psicológico, como ciudadanos debemos ver la forma de protegernos de la contaminación sonora y la única manera es investigando como aislarnos físicamente de la fuente emisora.

¿Qué relación existe entre la eficiencia del jardín vertical de plantas ornamentales como aislante acústico en la reducción de ruidos ambientales?

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del lugar de estudio

El estudio fue realizado en la Universidad Peruana Unión ubicado La Carretera Central Km 19.5, en el Distrito Lurigancho-Chosica, donde se simuló el ruido vehicular y se hizo el monitoreo de presión sonora. Según el método de Thornthwaite pertenece a una zona con clima semiseco-templado, con 64% de humedad relativa. (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del área de estudio

Materiales y equipos empleados

Los materiales usados durante el monitoreo comprendieron de un trípode, formato de campo. Equipos de trabajo como el Sonómetro digital no integrador Tipo 2, Celular y Computadora portátil. Además, para la obtención final de resultados se utilizaron los softwares Google Earth Pro, Excel 2019 y el estadístico RStudio 2020.

Metodología

Esta investigación se realizó evaluando inicialmente los niveles de presión sonora de la fuente de ruido sin barrera y luego se tomó los niveles de ruidos en tres distancias con la barrera acústica del jardín vertical formado de dos plantas ornamentales *Portulaca Umbraticola* y *Pilea Microphyllia*. Estos datos fueron registrados diariamente por un mes utilizando el procedimiento de medición del protocolo de calidad ambiental de ruidos ambientales considerando los siguientes procedimientos.

Aislante acústico

Se construyó un jardín vertical ornamental con malla raschel de 2.5 metros de alto por 2.5 de largo con bolsas para colocar las plantas ornamentales, para luego realizar las mediciones de nivel de presión sonora a tres distancias diferentes 1 mt, 3 mt, 5 mt para evaluar la eficiencia de nuestro aislante acústico al 60 y 100% de cantidad de plantas ornamentales.



Figura 2. Construcción del jardín vertical como barrera para la medición de ruido ambiental

Fuente: Elaboración Propia

Sonómetro

Se realizó el monitoreo de presión sonora, donde se utilizó un sonómetro Tipo 2. El monitoreo fue diario en horario diurno por un periodo de un mes cumpliendo los procedimientos del protocolo de calidad ambiental de ruidos Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental (2013).

Métodos de Monitoreo de Ruido Ambiental

El método del monitoreo se realizó con un sonómetro tipo 2 de lectura directa y se desarrolló de la siguiente manera.

- El monitoreo del ruido se realizó tomando el protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental MINAM N°227-2013
- Para obtener el nivel del ruido se utilizó un sonómetro de tipo 2
- Se utilizó trípode de 1.2 metro de altura para el soporte del sonómetro
- Una vez instalado el sonómetro al trípode, se generó el ruido para la obtención del dato inicial y se registró en el formato de campo.

Luego se instaló el jardín vertical de plantas ornamentales como aislante acústico para realizar las mediciones a tres distancias diferentes 1 mt, 3 mt, 5 mt.

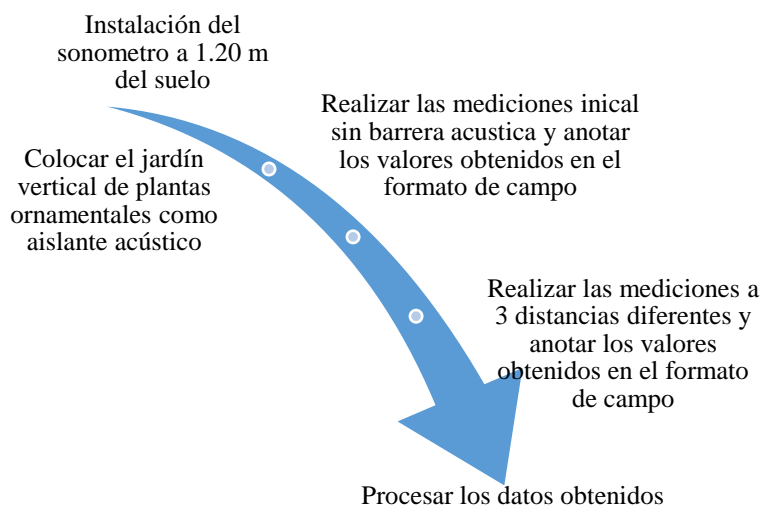


Diagrama 1. Procedimiento de monitoreo de ruido ambiental con barrera acústica natural de plantas ornamentales.

Fuente: Elaboración Propia

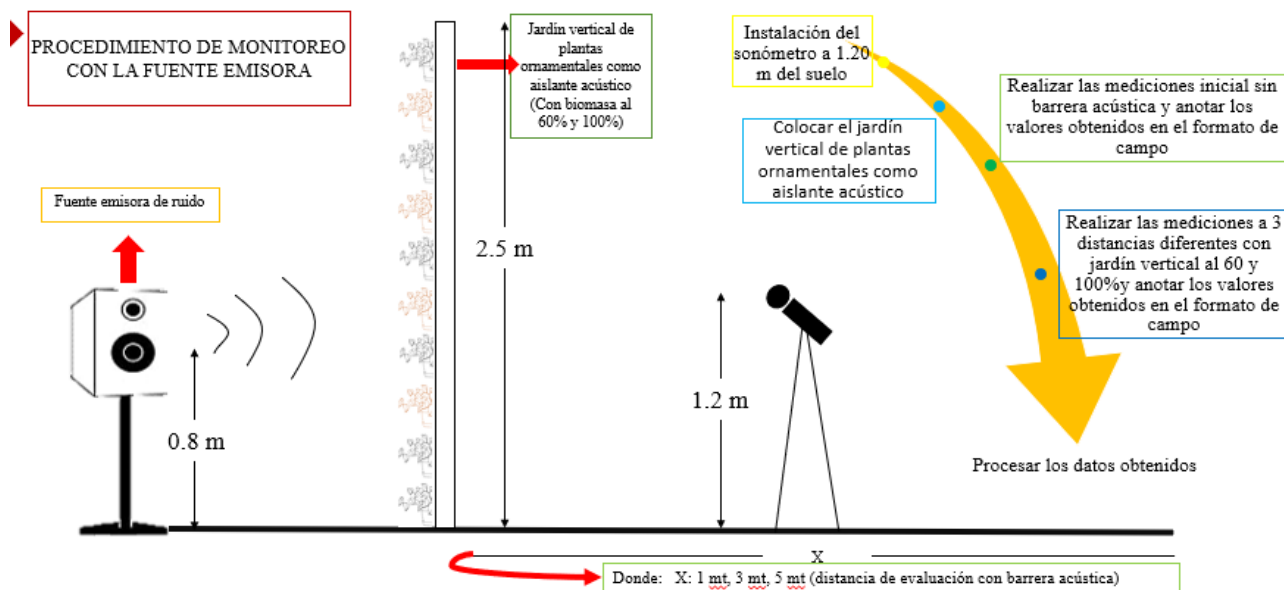


Ilustración 1. Visualización del monitoreo de ruido ambiental con barrera acústica natural de plantas ornamentales.

Fuente: Elaboración Propia

Monitoreo

Las actividades a desarrollar en esta etapa fueron: Programar el sonómetro en ponderación A modo fast, colocar en un trípode y realizar las mediciones de acuerdo a la investigación anotar los valores obtenidos en el formato de campo, luego calcular el límite equivalente en ponderación A.

Post Monitoreo

Trabajo de gabinete

Se planificó el monitoreo de ruido, para realizar la medición de los niveles de presión sonora con el sonómetro, se identificó el lugar apropiado para realizar la investigación y poder tomar las medidas con el equipo con y sin barreras acústicas, recolectar los datos a través de los formatos de campo, revisar las normativas para comparar los resultados.

Los resultados finales como tablas, gráficos y mapas fueron producto del procesamiento de datos de las mediciones de ruido, mediante el empleo de softwares de Google Earth Pro, Excel 2019 y el RStudio 2020.

RESULTADOS

Se ha realizado el monitoreo Sin y con barrera simulando ruido vehicular con un parlante y colocando una barrera acústica de plantas ornamentales con malla raschel de 2.5 metros de alto por 2.5 de largo a tres tipos de distancia 1m, 2m y 5m y con dos concentraciones de biomasa o plantas ornamentales como se muestra en las tablas. Se calculó el límite equivalente del promedio evaluado en cada semana de la evaluación sin y con barrera luego se calculó el porcentaje de atenuación de los niveles de ruido evaluado lo que se puede afirmar que la barrera acústica si disminuye el nivel de ruido ambiental.

Tabla 1

Monitoreo de Ruido Ambiental sin y con barrera

Resultado de la Evaluación al 60% de la barrera acústica vertical												
Distancia	1 semana			2 semana			3 semana			4 semana		
	Sin Barrera - Pre	Con barrera - post	Atenuación %	Sin Barrear - Pre	Con barrera - post	Atenuación %	Sin Barrear - Pre	Con barrera - post	Atenuación %	Sin Barrear - Pre	Con barrera - post	Atenuación %
1m	78.63	75.63	3.82	79.31	76.258	3.85	79.63	75.358	5.37	79.05	76	3.75
3m	84.65	78.48	7.29	85.45	77.77	8.98	84.57	79.43	6.07	85.71	79	7.41
5m	90.06	86.61	3.83	90.68	85.864	5.31	89.51	86.126	3.78	89.72	86	4.10
1m	76.50	74.32	2.85	76.20	74.394	2.37	76.85	73.798	3.97	76.12	75	1.84
3m	81.87	78.67	3.91	83.54	78.136	6.47	83.83	77.984	6.97	82.40	78	5.65
5m	88.02	86.10	18	88.71	86.256	2.77	89.87	86.232	4.05	88.63	86	3.23
1m	76.18	72.84	4.39	76.85	73.576	4.26	76.56	73.576	3.90	76.26	73	4.60
3m	80.97	78.07	3.58	81.78	78.68	3.79	80.31	78.68	2.02	81.45	78	4.29
5m	87.82	85.08	3.12	87.98	85.694	2.60	88.50	85.694	3.17	89.33	85	5.01

Evaluación estadística del 60% de la barrera acústica vertical												
ANOVA												
Datos	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)							
Distancia	2	27.94	13.969	6.629	0.00413							
Semana	3	2.06	0.687	0.326	0.80665							
Evaluación estadística del 100% de la barrera acústica vertical												
ANOVA												
Datos	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)							
Distancia	2	12.58	6.288	4.299	0.0228							
Semana	3	0.92	0.306	0.209	0.8894							
Resultado de la Evaluación al 100% de la barrera acústica vertical												
Distancia	1 semana			2 semana			3 semana			4 semana		
	Sin Barrera - Pre	Con barrera - post	Atenuación %	Sin Barrera - Pre	Con barrera - post	Atenuación %	Sin Barrera - Pre	Con barrera - post	Atenuación %	Sin Barrera - Pre	Con barrera - post	Atenuación %
1m	78.63	74.25	5.57	79.31	74.78	5.71	79.63	74.55	6.39	79.05	74.46	5.80
3m	84.65	80.84	4.50	85.45	81.30	4.85	84.57	81.84	3.22	85.71	81.67	4.71
5m	90.06	85.10	5.50	90.68	84.78	6.50	89.51	84.73	5.34	89.72	84.76	5.53
1m	76.50	72.95	4.64	76.20	73.28	3.84	76.85	72.68	5.42	76.12	73.21	3.82
3m	81.87	75.84	7.36	83.54	77.09	7.71	83.83	76.34	8.93	82.40	76.54	7.12
5m	88.02	83.85	4.74	88.71	83.98	5.34	89.87	84.23	6.28	88.63	83.78	5.48
1m	76.18	72.61	4.69	76.85	73.04	4.96	76.56	73.07	4.56	76.26	73.10	4.15
3m	80.97	75.36	6.93	81.78	74.84	8.49	80.31	75.56	5.91	81.45	75.66	7.11
5m	87.82	83.49	4.94	87.98	83.60	4.98	88.50	83.29	5.88	89.33	83.78	6.21

Tabla 2
Monitoreo de Ruido Ambiental sin y con barrera

De acuerdo a los resultados obtenido en ANOVA se define que la distancia tiene un efecto sobre la atenuación lo que significa que la distancia tiene predominancia en la atenuación del ruido. Muy diferente con los datos de la semana que no tiene injerencia en la atenuación del nivel de ruido por lo que se puede decir que tiene resultados semejantes cada semana.

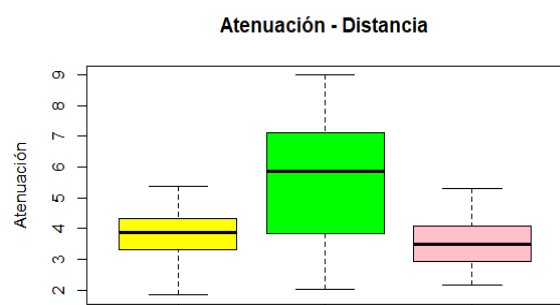


Gráfico 1. Gráfico de Atenuación Vs Distancia al 60% de la barrera acústica de eficiencia

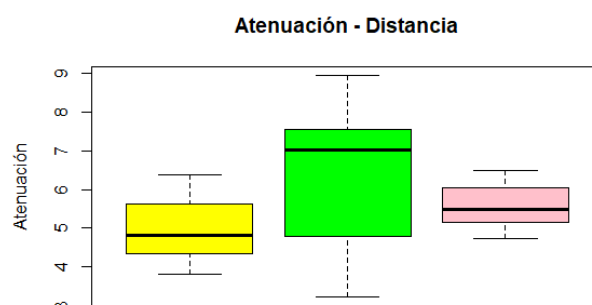


Gráfico 2. Gráfico de Atenuación Vs Distancia al 100% de la barrera acústica de eficiencia

Al 60% de la barrera acústica con plantas ornamentales tiene una mayor atenuación a una distancia de 3 metros.

Al 100% de la barrera acústica con plantas ornamentales las tres distancias cumplen en la disminución de la atenuación de los ruidos siendo el más eficiente cuando se colocado a una distancia de 3 metros.

En la figura 2 y 3 se puede observar que existe una buena atenuación cuando se coloca la barrera acústica vertical de plantas ornamentales a una distancia de 3 metros tanto al 60% y 100%.

Tabla 3

Valores de distancia con atenuación del 60% y 100%.

Datos de Distancia con la atenuación al 60% de evaluación con la barrera acústica vertical		
Distancia	% Atenuación	Grupos
3 m	5.535833	A
1 m	3.747500	B
5 m	3.595833	B
Datos de Distancia con la atenuación al 100% de evaluación con la barrera acústica vertical		
Distancia	% Atenuación	Grupos
3 m	6.403333	A
5 m	5.560000	AB

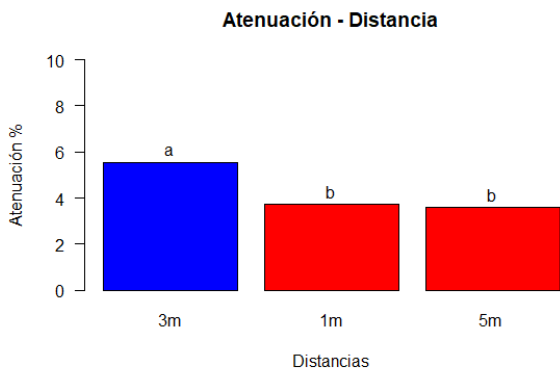


Gráfico 3. Gráfico de Atenuación Vs Distancia de mayor eficiencia al 60 %

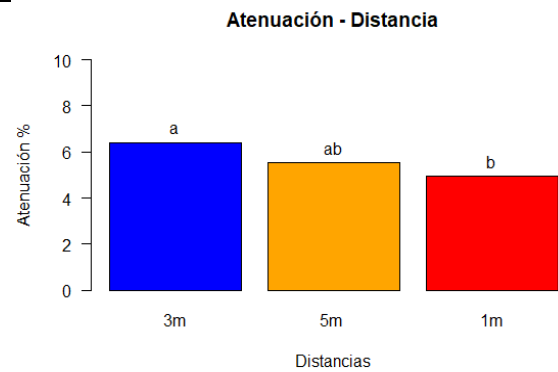


Gráfico 4. Gráfico de Atenuación Vs Distancia de mayor eficiencia al 100%

Se puede corroborar que cuando se coloca la barrera acústica de jardín vertical al 60% y 100% a tres metros tiene una mayor atenuación y efectividad para ser utilizada como barrera acústica.

De acuerdo a lo gráficos se puede observar que la barrera acústica de jardín vertical al 100% cumple con la atenuación con las tres distancias, pero siendo más efectivo a 3 metros.

DISCUSIÓN

Existen investigación que también han realizado similares a nuestro trabajo dando como resultado lo siguiente:

(Coa, 2021) en su trabajo de investigación propuso como objetivo evaluar los niveles de ruido y utilizar como barrera acústica plantas ornamentales compuestas por paneles de plantas se realizó durante un mes evaluando el pre (sin barreras) y post (con barreras) monitoreo de nivel de ruido ambiental vehicular obteniendo como resultado en los punto de monitoreo R1 (Rho 0.326) si tiene una correlación positiva baja muy diferente a los otros dos puntos de monitoreo R2 (Rho 0.096) y R3 (Rho -0.196) donde no existe correlación con los valores medios de ruido ambiental con y sin barrera acústica.

(Zeballos & Arce, 2020), investigo la evaluación de un muro verde en la disminución de ruido y su percepción ambiental en un centro educativo el objetivo fue comparar el ruido y la percepción instalando en muro verde para disminuir el nivel de contaminación sonora en horario diurno y nocturno en los dos casos se obtuvo el valor significativo y el 50% de los estudiantes perciben que los muros si reducen el ruido. Se concluye que los muros verdes son aislantes que es una buena alternativa para reducir el nivel de ruido.

(Contreras, 2019), realizó un prototipo de vivienda acústico donde redujo el ruidos y altas temperaturas realizó un análisis de prueba de reverberación donde en la sala común se obtuvo un valor de reducción a 40.7 dB, en la cocina 44.10 dB comparando con el valor de 85 a 110 db, concluye que su proyecto ayudará a mejorar la calidad de vida de los pobladores de Iquitos.

(Ccepayá, 2018), estudio el desarrollo barreras acústicas de plantas ornamentales de *Aptenia cordifolia* y *Helxine soleirolii* para reducir el ruido las mediciones se realizaron en 3m, 5m y 7m de una fuente de ruido de 75 decibeles, se construyó una barrera con plantas como biomasa, follaje y tamaño de las hojas, como resultado se obtuvo valores de reducción entre 3 a 7 dB en la atenuación de ruido dando una buena efectividad de este aislante como barrera acústica.

CONCLUSIONES

El jardín vertical de plantas ornamentales, es eficiente como aislante acústico para la reducción de ruidos ambientales. Se determinó que puede llegar a una eficiencia del 6.40% a una distancia de 3 metros con mayor concentración de biomasa.

Existe un efecto de la distancia (1mt, 3mt y 5mt), sobre la reducción del nivel de ruido producida por el equipo de sonido.

El jardín cumple con una atenuación mayor (de un 5.53 y 6.40%, para la concentración de biomasa del 60 y 100% respectivamente) a una distancia de 3 metros.

El Jardín vertical a un 100% de concentración de plantas ornamentales, es más eficiente (6.40%) en la reducción del nivel de ruido producido por el equipo de sonido.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar la investigación considerando una av. Principal, que colinde con una zona de protección especial, para evaluar la eficiencia del jardín vertical expuesto al ruido del parque automotor, por un periodo prolongado de tiempo, considerando las horas punta.

Así mismo, es recomendable realizar una investigación considerando otro tipo de material para la construcción del jardín vertical, así como la comparación de la eficiencia del jardín vertical con el uso de distintos tipos de plantas ornamentales.

Es recomendable realizar la evaluación de la influencia de las condiciones meteorológicas en la reducción del ruido ambiental, si se realiza en otro entorno. Según la NTP-ISO 1996-2:2008.

Evaluar la eficiencia de un jardín vertical considerando diferentes tamaños de este.

Referencias

- Antonio, J., & Mora, M. (2020). “ Evaluación de la contaminación acústica del Hospital Francisc de Borja de Gandia ” Hospital Francisc de Borja de Gandia . [Universidad Politecnica de valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/151738>
- BRYAN, C. E. F. (2020). Facultad De Ingeniería Geográfica , Ambiental Y Ecoturismo [Universidad Nacional Federico Villareal]. http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/4383/CORDERO_ESCOBAR_FÉLIX_BRYAN_-_TITULO_PROFESIONAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ccepaya. (2018). Eficiencia de las plantas ornamentales Aptenia cordifolia y Helxine soleirolii como barrera para la reducción de ruido 2018 [Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36358/Ccepaya_LYY.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Coa. (2021). Evaluación de la disminución del ruido ambiental vehicular mediante el método de la barrera acústica vertical implementando en la localidad de Santa Eulalia -Lima, Perú. Universidad Peruana Unión. http://200.121.226.32:8080/bitstream/handle/20.500.12840/4419/Josselyn_Tesis_Licenciatura_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Congreso de la República. (2012). Ley N° 27972 ley Orgánica del Municipalidades. El Peruano, 28611(2), 1–86. https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publica/capacita/programacion_formulacion_presupuestal2012/Anexos/ley27972.pdf
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido D.S No 085-2003-PCM, (2004). <http://www.senace.gob.pe/download/senacenormativa/NAT-3-2-5-01-DS-N-085-2003-PCM.pdf>
- Contreras. (2019). Universidad Científica Del Perú [Universidad Científica del sur]. http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/414/Tesis_final-Eveling_Silva_y_Dennis_Arroyo-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- European Environment Agency. (2020). Environmental noise in Europe - 2020. European Environment Agency, 22/2019, 104. <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>
- Gaitan Castillo, M. G. (2020). Sistemas de aislamiento acústico para el control del ruido en los talleres de música, danza, teatro y pintura de un centro cultural, Cajamarca - 2019. <http://hdl.handle.net/11537/24153>
- García, T. C. S., Cortez, L. P. S., & Aybar, E. C. (2020). Contaminación sonora y la percepción del aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Revista Conrado, 16. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1545>
- Héroux, M. E., Babisch, W., Belojevic, G., Brink, M., Janssen, S., Lercher, P., Paviotti, M., Pershagen, G., Waye, K. P., Preis, A., Stansfeld, S., van den Berg, M., & Verbeek, J. (2020). WHO environmental noise guidelines for the European Region. Euronoise 2015, 2589–2593. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf
- Protocolo Nacional De Monitoreo De Ruido Ambiental, Pub. L. No. D.S. N° 227-2013-Minam, Ministerio del Ambiente (2013). <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/RM-No-227-2013-MINAM.pdf>
- Ley general del ambiente N°28611, 4 168 (2005). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Sanandr, J., & Septiembre, V. (2020). Máster Universitario en Geotecnologías Cartográficas en Ingeniería y Arquitectura [Universidad de Salamanca]. <http://hdl.handle.net/10366/143981>
- Zeballos, & Arce. (2020). Evaluación de muro verde en la disminución de ruido y su percepción ambiental en un centro educativo. Ingeniería Investiga, 2(01), 246–253. <https://doi.org/10.47796/ing.v2i01.294>