



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Cubierta vegetal con plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* para reducir el ruido en viviendas urbanas

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Aranda Herrera, Jose Alfredo (orcid.org/0000-0001-8067-9399)

Sanchez Lucero, Santos Alfonso (orcid.org/0000-0002-5815-8797)

ASESOR:

Dr. Monteza Arbulú, Cesar Augusto (orcid.org/0000-0003-2052-6707)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

CHICLAYO - PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente proyecto de Tesis, va dedicado primeramente a Dios, por brindarnos salud vital y la oportunidad a diario para demostrar la relevancia de nuestra carrera, ampliando conocimientos a través de la investigación.

A nuestros Padres, quienes son un pilar esencial en nuestra formación tanto en el aspecto personal, como profesional, ya que ellos se merecen un reconocimiento por nuestros logros y esfuerzo continuo.

A nuestra familia, quienes nos brindan su apoyo constante, y nos permite a través de la constancia lograr nuestras metas.

José Alfredo y Santos Alfonso

Agradecimiento

A nuestros padres y familiares quienes con sus experiencias, conocimientos y consejos nos guiaron en la vida universitaria, dándonos aliento y esperanza para no rendirnos.

A nuestro asesor y guía, por su apoyo y motivación constante para desarrollar de manera satisfactoria la presente investigación, ya que sin su experiencia no hubiera sido posible. De igual manera, un agradecimiento a nosotros como autores que con esfuerzo y constancia pudimos completar el desarrollo de este estudio, lo cual nos permitió obtener nuevos conocimientos.

A nuestra Universidad César Vallejo - Filial Chiclayo, por brindarnos la oportunidad de educarnos como futuros profesionales, ofreciendo un servicio de enseñanza de calidad.

José Alfredo y Santos Alfonso

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo de diseño de investigación	15
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos	32
3.7. Aspectos éticos	33
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Estándares de calidad Ambiental para ruido (D. S. N° 085-2003-PCM)</i>	10
Tabla 2: <i>Coordenadas UTM</i>	20
Tabla 3: <i>Adquisición de Materiales para la elaboración de la cubierta vegetal</i>	23
Tabla 4: <i>Materiales para la construcción e instalación de la cubierta vegetal</i>	24
Tabla 5: <i>Materiales para la instalación del riego por goteo</i>	26
Tabla 6: <i>Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana</i>	34
Tabla 7: <i>Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la primera semana de medición</i>	35
Tabla 8: <i>Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la segunda semana de medición</i>	36
Tabla 9: <i>Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la tercera semana de medición</i>	36
Tabla 10: <i>Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la cuarta semana de medición</i>	37
Tabla 11: <i>Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la quinta semana de medición</i>	37
Tabla 12: <i>Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la sexta semana de medición</i>	38
Tabla 13: <i>Intensidad de ruido en el interior de la vivienda urbana durante las seis semanas de experimentación</i>	38
Tabla 14: <i>Reducción de ruido en el interior de la vivienda durante el crecimiento vegetativo de las plantas</i>	40
Tabla 15: <i>Crecimiento de la altura de la especie <i>Plectranthus verticillatus</i> durante el periodo de 6 semanas</i>	42
Tabla 16: <i>Crecimiento de la altura de la especie <i>Aptenia Cordifolia</i> durante el periodo de 6 semanas</i>	43
Tabla 17: <i>Área foliar de la especie <i>Plectranthus verticillatus</i> durante el periodo de 6 semanas</i>	44
Tabla 18: <i>Área foliar de la especie <i>Aptenia cordifolia</i> durante el periodo de 6 semanas</i>	45
Tabla 19: <i>Reducción de ruido durante cada semana de evaluación</i>	46

índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Representación gráfica de las propiedades básicas de las ondas sonoras -----	9
<i>Figura 2:</i> Proceso de absorción acústica -----	11
<i>Figura 3:</i> Diagrama de procesos de la ejecución del proyecto -----	18
<i>Figura 4:</i> Ubicación del Prototipo de vivienda -----	19
<i>Figura 5:</i> Monitoreo de ruido sin la cobertura vegetal-----	21
<i>Figura 6:</i> Fuente emisora de ruido -----	21
<i>Figura 7:</i> Construcción de la cubierta vegetal -----	25
<i>Figura 8:</i> Instalación del riego por goteo -----	27
<i>Figura 9:</i> Mezcla de tierra con compost y el sustrato de musgo-----	28
<i>Figura 10:</i> Llenado del sustrato en los bolsillos de mantas -----	28
<i>Figura 11:</i> Sembrado de plantas-----	29
<i>Figura 12:</i> Medición de ruido con la cubierta vegetal instalado-----	30
<i>Figura 13:</i> Evaluación del crecimiento de las plantas <i>Aptenia cordifolia</i> y <i>Plectrhanthus verticillatus</i> -----	31
<i>Figura 14:</i> Evaluación del área foliar de las plantas <i>Aptenia cordifolia</i> y <i>Plectranthus verticillatus</i> -----	31
<i>Figura 15:</i> Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana -----	34
<i>Figura 16:</i> Promedio de la intensidad de ruido en el interior de la vivienda urbana durante las seis semanas de medición -----	39
<i>Figura 17:</i> Crecimiento de la altura de la especie <i>Plectranthus verticillatus</i> a lo largo del tiempo -----	42
<i>Figura 18:</i> Crecimiento de la altura de la <i>Aptenia cordifolia</i> -----	43
<i>Figura 19:</i> Área foliar de la especie <i>Plectranthus verticillatus</i> -----	44
<i>Figura 20:</i> Área foliar de la especie <i>Aptenia cordifolia</i> -----	45
<i>Figura 21:</i> Reducción de ruido en cada semana de monitoreo -----	46

Resumen

En la presente investigación se planteó como objetivo determinar la eficiencia de la cubierta vegetal con plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* para reducir el ruido, de esta manera proponer una solución ecológica y sostenible para contrarrestar la contaminación sonora. La investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo y de diseño cuasi experimental, para llevar a cabo la experimentación se realizó un monitoreo de ruido dentro de un prototipo de vivienda y se construyó e instaló un jardín vertical con plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* en la pared de la vivienda, posteriormente se realizaron mediciones durante el crecimiento de las plantas en 6 semanas, además se estudió el crecimiento y el área foliar para evaluar su influencia en el ruido. Los resultados evidenciaron que en la semana 1 la cobertura vegetal redujo 13.32 dB, siendo la semana 6 donde hubo una reducción significativa con una reducción de ruido de 22.dB. Se concluyó que la altura y el área foliar de las plantas tienen un efecto en la atenuación del ruido.

Palabras clave: Reducción de ruido, Cubiertas vegetales, *Aptenia cordifolia*, *Plectranthus verticillatus*, Área foliar.

Abstract

The objective of this research was to determine the efficiency of the vegetation cover with *Aptenia cordifolia* and *Plectranthus verticillatus* plants to reduce noise, thus proposing an ecological and sustainable solution to counteract noise pollution. The research was applied, with a quantitative approach and a quasi-experimental design. To carry out the experimentation, noise monitoring was performed inside a prototype house and a vertical garden with *Aptenia cordifolia* and *Plectranthus verticillatus* plants was built and installed on the wall of the house, then measurements were taken during the growth of the plants in 6 weeks, and the growth and leaf area were also studied to evaluate their influence on noise. The results showed that in week 1 the vegetation cover reduced 13.32 dB, being week 6 where there was a significant reduction with a noise reduction of 22.dB. It was concluded that plant height and leaf area have an effect on noise attenuation.

Keywords: Noise reduction, ground covers, *Aptenia cordifolia*, *Plectranthus verticillatus*, leaf area.

I. INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento demográfico a lo largo de los últimos años, trae consigo el incremento de actividades que se ejecutan en el núcleo urbano tales como las industrias, obras de construcción, el aumento del tráfico automovilístico, tráfico aéreo y ocio nocturno. Estas actividades generan altos niveles de ruido al ambiente, dando paso a la contaminación acústica.

Quispe, et al. (2021, p. 2) Actualmente el ruido es una de las fuentes principales de contaminación en las grandes urbes; perjudicando el bienestar del ser humano, ocasionando estrés, insomnio, dificultad, irritabilidad, cefaleas, pérdida de la audición y dificultades del habla.

Amable, et al. (2017, p. 3) A nivel global, Japón es el mayor emisor de ruido, seguido por España. Este tipo de contaminación viene generando una problemática, afectando la vida de la población. Según investigaciones llevadas a cabo por la Unión Europea, estima que alrededor de 80 millones de habitantes están sometidos cotidianamente a altos niveles de ruido ambiental superiores a 65 decibeles (dB), por otra parte 170 millones de personas están expuestos a niveles de 55 dB y 65 dB.

En el continente europeo, 113 millones de sus habitantes son afectados por los altos niveles de ruido tanto en horario diurno como nocturno. Las personas que viven en zonas urbanas representan un 50%, las cuales son expuestas a la contaminación sonora por el parque automotor con un nivel de ruido de 55 decibelios. A largo plazo esta magnitud es dañina para la salud, así mismo se estima que alrededor de 22 millones de europeos, padecen molestias crónicas, y 6,5 millones tienen trastornos del sueño (AEMA, 2020, p. 7).

Perú es uno de los países que ha presentado mayor afectación por este tipo de contaminación sonora, esto se debe al incumplimiento de las políticas ambientales, sobrepasando los estándares de la calidad de ruido y creando un ambiente molesto para sus habitantes, perjudicando con mayor énfasis en zonas urbanas (Mendoza y Ordóñez, 2021, p.1).

En nuestro país las fuentes principales de ruido son las actividades industriales, de comercio, espacios de distracción, el parque automotor y la construcción.

En la campaña de monitoreo de ruido realizado por la OEFA, en las principales provincias del Perú: Lima y Callao durante el periodo 2019, se realizaron 131 mediciones en diferentes puntos, de los cuales 118 puntos superaron los ECA para ruido, representando un alto índice de contaminación sonora (MINAM, 2020).

En un estudio general de monitoreo de ruido en las calles de la ciudad de Chiclayo, se observó que los Límites Máximos de Ruido permisibles sobrepasaron en diversos puntos de zonas residenciales y comerciales. Los mayores niveles de ruido se dieron en Av. Leguía con Sáenz Peña que tuvo un valor de 92.6 dB, mientras que en las Av. Tomis Stack y Av. Salaverry, los niveles de ruido fueron 68.1dB a 75.2 dB y los niveles más bajos fueron en la Avenida Miguel Grau y las Américas con valores de 48.9 dB a 59.2 dB respectivamente. Este tipo de contaminación es muy común en las zonas más concurridas, siendo el tráfico el mayor generador de contaminación acústica (López, 2019 p. 36).

La constante contaminación acústica en las ciudades del mundo viene afectando a su entorno de manera negativa, generando molestias e intranquilidad a la población. Es por ello que esta investigación está centrada en el estudio de la cobertura vegetal con plantas ornamentales, como alternativa de solución para reducir la contaminación sonora en las grandes urbes, brindando un entorno más saludable a sus habitantes; frente a este problema nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Cuál es la eficiencia de la cubierta vegetal con plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* como reductoras de ruido en viviendas urbanas?

La relevancia del presente estudio reside en la aplicación de un sistema ecológico para contrarrestar las altas intensidades de ruido en los hogares, aprovechando las características de las barreras verdes como una solución ante la creciente contaminación sonora en las ciudades, a sí mismo aporta una mejora al ornato urbano, permitiendo un modo de vida sostenible de los ciudadanos.

La investigación tiene relevancia teórica, ya que para recabar los datos se ha extraído información de fuentes teóricas con respecto a las variables con temas ecológicos como son la vegetación; con el objetivo de determinar si la cubierta vegetal con plantas *Aptenia Cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* es eficaz para reducir el ruido.

A nivel práctico se justifica la necesidad de buscar alternativas de solución con respecto a la contaminación sonora en espacios urbanos, proponiendo a la vegetación como una opción para contrarrestar dicha problemática. Así mismo contribuir hacia una visión sustentable en las ciudades que sean compatibles con la infraestructura verde urbana.

De manera social el proyecto planteado es beneficioso para la sociedad y el medio ambiente, pues el exceso de ruido en las ciudades es una rutina caótica y repercute en la salud humana. Es por ello que esta investigación contribuye a la mitigación del ruido en hogares urbanos, brindando a la población un ambiente saludable y sostenible.

La investigación está basada en el reglamento de los ECA para ruido de acuerdo al DS 085, 2003 – PCM, por lo que esta normativa permite conocer si los niveles de ruido exceden los parámetros establecidos.

Se planteó como objetivo general determinar la eficiencia de la cubierta vegetal con plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* para reducir el ruido. Los objetivos específicos formulados fueron: Identificar la intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana; determinar la intensidad de ruido en el interior de la vivienda urbana después de la instalación de la cubierta vegetal con plantas *Aptenia Cordifolia* y *Plectranthus Verticillatus*; analizar la eficiencia de reducción de ruido en el interior de la vivienda durante el crecimiento vegetativo de las plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus Verticillatus*.

Para esta investigación se consideró como hipótesis: Hi La cubierta vegetal con plantas ornamentales *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* reducen el ruido en viviendas urbanas y H0 La cubierta vegetal con plantas ornamentales *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* no reducen el ruido en viviendas urbanas.

II. MARCO TEÓRICO

Moteallemi, et al. (2018); Hakzah, et al. (2020) y Farooqi, et al. (2020) Ambos estudios tienen por objetivo principal analizar la afección de la contaminación acústica en los residentes de las zonas urbanas. La población analizada fue el grupo de personas que viven cerca de carreteras y también las que se encuentran aledañas a las industrias, el muestreo realizado fue de manera aleatoria. Se aplicaron encuestas y una posterior cuantificación estadística; obteniendo como resultados que la afección en la salud de los habitantes cerca de las autopistas; el 84,3% de las personas evaluadas tienen trastornos de comunicación presentando problemas para socializar, 80% presentan alteraciones psicológicas como la amnesia, pérdida de concentración, en cuanto a las personas que viven a lado de las industrias el 94% sufre dolores de cabeza, el 74 % sufre de estrés fisiológico y el 60% padece de mareos.

Yuan, et al. (2019); OBI, et al. (2021); Lira, (2020) y Ortiz, et al. (2020) Estos 4 estudios tienen por objetivo evaluar la contaminación sonora en las calles principales de zonas urbanas e identificar las principales fuentes emisoras que generan ruido en horario diurno y nocturno, el monitoreo de ruido se hizo en 3 puntos escogidos al azar. Para estos estudios se empleó el método estadístico, el instrumento usado fue el sonómetro para determinar los niveles de ruido. Como resultados los niveles de ruido están entre 89.9 dB diurno y 49.6 dB nocturno respectivamente, evidenciando que en las zonas especiales se registraron niveles sonoros de 59.96 dB y en zonas comerciales 64.66 y 79.32 dB sobrepasando las normas establecidas de ruido, en las avenidas principales también se presentaron alta presión sonora debido al tránsito automotor.

Munir, et al. (2021) y Khan, et al. (2021) El objetivo de Las presentes investigaciones consistió en analizar mediante la variación temporal y estacional la contaminación acústica en distintas ciudades de Pakistán, ya que, debido a su crecimiento vehicular, el ruido incrementa. El muestreo fue estratificado ya que las ciudades evaluadas contaban con niveles de ruido en común; se evaluaron zonas residenciales, silenciosas y comerciales durante el transcurso de 4 estaciones. El monitoreo se realizó en horario diurno y nocturno, demostrando que en invierno los

valores oscilaron desde 52.5 hasta 72.3 dB, durante la estación de primavera y verano fluctúan entre 56.9 y 88.3 dB; ya que el ruido era mayor en zonas comerciales seguidas de las residenciales. La variación estacional en Leq reveló un aumento de niveles de ruido de un 70% de invierno a primavera, igualmente hubo un aumento del 70% de verano a invierno. La humedad, velocidad del viento y la temperatura, fueron los responsables de las alteraciones estacionales, siendo el tráfico el mayor generador de contaminación por ruido en la zona.

Koptseva y Zaytsev, (2020); Margaritis y Kang, (2017); Lopez y Souza, (2018) En los presentes estudios tuvieron por objetivo evaluar la eficiencia de las áreas verdes para mitigar el ruido del tráfico vehicular en zonas urbanas. Ambos estudios realizaron monitoreos, mapas de ruido y análisis estadístico para determinar la relación de la cobertura vegetal y su influencia en la disminución del ruido. Los resultados demostraron que, donde existe mayor presencia de áreas verdes los niveles de ruido alcanzan los 55 dB a 59 dB y en donde hay menos espacios de áreas verdes alcanzan niveles sonoros de 70 dB.

Ow y Ghosh (2017); Dias, Biondi y Nunho, (2022); Tekeykhah et al. (2019) El objetivo de los presentes estudios fue evaluar la influencia de áreas arbóreas en la reducción de ruido en zonas urbanas. En cada investigación se realizaron mediciones sonoras In Situ, y se demostró que la vegetación es muy eficiente para reducir la contaminación acústica. Los valores obtenidos de atenuación de ruido fluctúan entre 11 dB; 14.8 dB; 31, 43 dB, concluyendo que los árboles con mayor follaje y grosor en su tronco tienen mejor capacidad para contrarrestar los niveles sonoros.

Abu-baker, Hammad y Horani, (2017); Thomazelli, Caetano y Bertoli, (2016); Manso, et al. (2017); Norabuena y Shiguay (2022) Estas 4 investigaciones estudiaron la influencia que tienen la cubierta vegetal para la mitigación del ruido urbano. Se construyeron módulos verdes para realizar la experimentación y los instalaron en muros de edificios, las mediciones sonoras se hicieron antes y después de colocar los módulos verdes a los muros; demostrando que la reducción de ruido proporcionada por dichas barreras fue favorable logrando una atenuación

que osciló entre 24 y 32 dB. Concluyeron que la barrera acústica implementada al 100% reduce el ruido de manera más eficaz.

Dimitrijević, Dobrnjac y Latinović, (2017); Azkorra, et al. (2015); Pérez et al. (2016); Lunain y Benoit, (2016) Estos cuatro estudios fueron experimentales y tuvieron como objetivo evaluar si las paredes verdes pueden mitigar el ruido. Para llevar a cabo la evaluación se fabricaron las coberturas vegetales y luego se implementaron en las paredes, posteriormente se realizaron los monitoreos de ruido antes y después de añadir la cubierta. En los resultados se evidenció que las fachadas verdes con mayor follaje pueden atenuar el ruido a 10 dB, 15 dB, y con menor densidad de follaje solo existe una reducción de 3 dB a 6 dB.

Coa, (2021); Tang, et al. (2021); Biocca, et al. 2019); Urrestarazu, (2014) En las presentes investigaciones elaboraron barreras vegetales con especie *Hedera Helix*, *Sedum lineare*, setos *Laurus nobilis* y *Prunus laurocerasus*, *Helichrysum italicum*, para mitigar la contaminación sonora, la experimentación fue in situ donde se hicieron mediciones sonoras. Los valores arrojados durante el monitoreo evidenciaron que las barreras verdes con la especie trepadora *Hedera Helix* atenuó el ruido en un 10%, la cobertura verde con especie *Sedum lineare* 15.6 dB, los setos *Laurus nobilis* y *Prunus laurocerasus* redujeron 7 dB y la barrera vegetal con la especie *Helichrysum italicum*, la cual fue colocada en muros a orillas de carreteras reduciendo 50% del ruido del tráfico.

Zeballos y Román, (2020); Ccepaya (2018); Delgadillo, (2018); Vilcamango, (2018) Estas investigaciones tienen por objetivo estudiar las barreras vegetales con plantas ornamentales de especies *Aptenia cordifolia*, *Helxeni soleirolii*, *Jacobaea marítima*, como alternativa de solución a la contaminación sonora, los estudios fueron cuasi experimentales. Construyeron un sistema de barrera vegetal, y realizaron mediciones con el sonómetro a distancias de 3m, 4m y 7m de las fuentes emisoras en diferentes semanas. Los resultados fueron que las barreras con *Aptenia Cordifolia* atenuó el ruido en 7 a 13.56 dB; la barrera con *Jacobaea marítima* redujo 11.85 dB y la cobertura vegetal con *Helxeni soleirolii* redujo a 5.7 dB.

OMS, (2018) Indica que el ruido hace referencia netamente a la contaminación acústica, siendo muy perjudicial y a la vez un factor medioambiental negativo que altera la salud de los seres humanos.

MINAM, (2017) Define al ruido o también llamado ruido ambiental externo, a todo tipo de sonidos que genera disgustos o incomodidades en el exterior de la propiedad o recinto que contiene a las fuentes emisoras.

El ruido es un sonido no armonioso que altera la percepción acústica, siendo actualmente una de las contaminaciones que más asedia y repercute de manera negativa en cada individuo. Se dispersa a través de un medio elástico en variaciones de la presión de la atmósfera, manifestándose en vibraciones que solo son detectados por la audición (Barbosa, 2017, p. 19).

Sánchez, (2020, p. 25) y Aleaga, (2017, p. 35) Existen tres tipos de ruido los cuales se clasifican en:

- **Continuo**; el cual presenta una presión sonora constante, este tipo de ruido es muy común en las industrias, debido que el nivel de ruido no presenta variación de manera significativa durante la actividad de trabajo.
- **Intermitente**; en el que la magnitud del ruido se produce por intervalos descendiendo a nivel ambiental y ascendiendo hasta llegar al nivel superior, el nivel debe permanecer durante algunos segundos antes de volver a producir una nueva caída; este ruido es muy común en aserraderos e industrias metálicas.
- **Impulsivo**; debido a que presenta un ascenso brusco de ruido en un lapso de tiempo de 35 milisegundos y con una duración de 500 milisegundos, presenta intervalos repetitivos o aleatorios, se identifican en máquinas de compactado y explosiones.

El sonido es aquella vibración que tiende a propagarse como onda audible dada por la presión, por lo que se transmite en diversos medios como el gas sólido o líquido. Asimismo, es una perturbación que se transmite a la velocidad del mismo. Se genera por la radiación superficial vibrante sólida o perturbación de algún fluido. También se clasifica como una oscilación entre la presión, la tensión y la velocidad de ciertas partículas que permiten su propagación a través del medio que mantiene una fuerza en su interior. Su percepción es a través del sentido auditivo, asimismo, es comúnmente expresado por una onda presente en el aire u otros medios. También se ve como la excitación de un mecanismo auditivo que resulta ser una sensación para el oído humano (Meza y Sedano, 2021, p. 42).

Las ondas sonoras se dan por una presión y necesitan del aire para propagarse, por lo que su naturaleza la define como energía desde su punto de origen, hasta otro punto receptor, creando así una amplitud y una frecuencia. El recorrido de la onda es variable, por lo que el estancamiento de aire crea zonas con presión sonora mayor a otras. Así mismo, las ondas son de nuestra total percepción a través del sentido auditivo, por lo que esta cualidad nos permite estudiar el sonido desde el ámbito físico y la sensación que genera en cada individuo (Oro, 2017, p. 36).

La propagación del sonido implica traslado de energía, en forma de ondas mecánicas las cuales se propagan mediante un medio gaseoso, líquido, sólido, entre los más frecuentes se encuentran el agua y el aire. Cuando un objeto está en movimiento y entra en contacto con las partículas de aire que se encuentran más cercanas, se produce el sonido, otra de sus características del sonido, es que, durante su transmisión, puede sufrir ciertas variaciones, las cuales se detectan a través del oído. La distancia permite la atenuación de las ondas y también pueden ser interrumpidas o absorbidas por diversos obstáculos en el entorno (Ccepaya 2018, p.8).

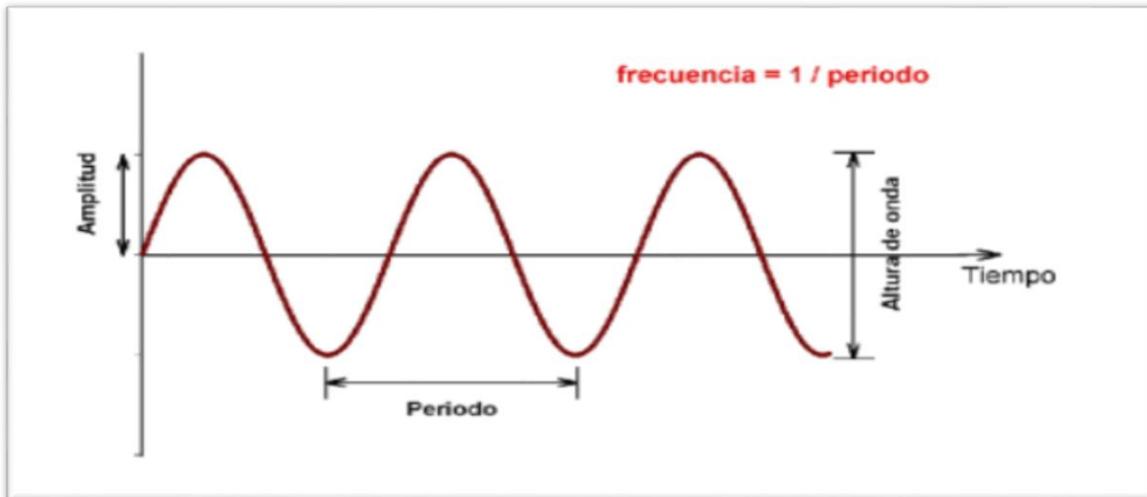


Figura 1: Representación gráfica de las propiedades básicas de las ondas sonoras

Fuente: Curo (2021)

OEFA, (2016, p. 20) La contaminación sonora es la representación de niveles de sonido o vibraciones en el entorno ambiental que provoca riesgos, molestia, incertidumbre, afectando la vida en la salud de las personas; también repercute en las acciones diarias o genera consecuencias graves en el entorno ambiental. El ruido se conoce como contaminación sonora debido a la alteración de sonido común, por lo que tiene una amplia presencia en el entorno, generando molestias, riesgos en la salud y bienestar, tanto en el ser humano como en el ambiente. En la actualidad, es una de las problemáticas más relevantes, debido a su alta afección en la población, pues el tiempo de exposición genera malestares como el insomnio, la presión alta, estrés y disfunciones en el habla y el oído.

Se define contaminación acústica a todo exceso de ruido no deseado, que causa perturbación a las condiciones normales de un ambiente determinado. El sonido se desplaza a través del aire, causando daños a la salud humana. Este tipo de contaminación es una de las más invisibles debido a que no se puede observar, sin embargo, se percibe a través del sentido auditivo (Noriega 2017, p. 61).

Oguntunde, et al. (2019, p.1) La Contaminación sonora es una de las contaminaciones más frecuentes en las metrópolis de todo el mundo. Se define como la dispersión del ruido a través de ondas que generan un impacto dañino que repercute en la vida de las personas.

SINIA, (2003) Manifiesta que el ruido cuenta con Estándares de Calidad Ambiental, y éste es un instrumento que sirve para medir los niveles más altos requeridos de sonido en el entorno ambiental, ya que no debe sobrepasar los niveles permitidos con el fin de salvaguardar la salud humana. Por otro lado, el nivel sonoro continuo equivalente A es considerado parámetro de los ECAS, tomando en consideración los horarios y la zona de aplicación.

Tabla 1: *Estándares de calidad Ambiental para ruido (D. S. N° 085-2003-PCM)*

Zonas de aplicación	Valores expresados en LAeqT	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70 dB	60 dB
Zona industrial	80 dB	70 dB

Fuente: SINIA, (2003)

MINAM (2017) El Sonómetro es un instrumento diseñado para medir el nivel o intensidad del ruido presente en el ambiente en un momento dado. Este instrumento trabaja con la unidad de medición denominada decibelio (dB).

El sonómetro permite cuantificar objetivamente el nivel de presión acústica en dB, este equipo tiene la capacidad de percibir el sonido de manera similar al oído humano el cual se constituye de tres secciones, micrófono, amplificador y el indicador de presión sonora (Hernández, 2009, p. 16).

MINAM, (2017) Un decibel, Es la unidad de expresión del nivel de presión del sonido. Por lo que el decibel se usa para especificar a través de cifras numéricas la potencia o niveles de presión sonora.

Aislamiento acústico es una acción de protección de un lugar frente a ruidos exteriores, el cual impide el ingreso de sonidos molestos. Su función específica es atenuar la presión sonora que emite una fuente específica, impidiendo la transmisión de sonido. Para este tipo de función aislante se da en ciertos materiales

especiales, los cuales tienen las características pertinentes para absorber esta energía, es por lo que se emplea como obstáculo para el ruido (Contreras, 2020 p. 38)

La reducción del ruido Consiste en la pérdida en decibeles entre 2 niveles de presión sonora (SPL), en la cual se realiza una medición antes y después de la inserción de un módulo que pueda reducir el ruido entre el punto de medición y la fuente emisora (Delgadillo, 2018, p. 14)

Para obtener la diferencia del nivel de ruido en decibelios (dB) con y sin modulo se emplea una expresión matemática:

$$IL_{pantalla} = L_p \text{ antes} - L_p \text{ después}$$

La absorción acústica es una de las formas para reducir el ruido, esta absorción se presenta debido a un suceso termodinámico, el cual consiste en perder energía sonora por medio de una transferencia de calor que se manifiesta. Las características físicas del material absorbente también tienen un rol muy importante en la absorción de ruido, como también las propiedades de la propagación de la onda en el medio y a su vez la composición espectral de la misma (Hernán y Macía, 2011, párr. 2-3).

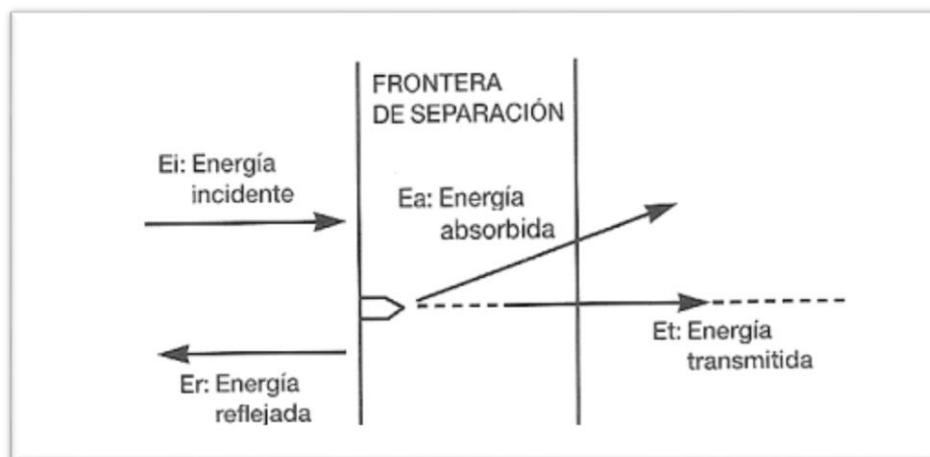


Figura 2: Proceso de absorción acústica

Fuente: Lancon, (2012, p. 68)

Barreras acústicas son aquellos dispositivos que están ubicados entre una fuente emisora de ruido y un individuo receptor, a una distancia conveniente, ya que esta barrera se encarga de detener la ruta de las ondas sonoras que tienden a dispersarse por naturaleza. Es de alta resistencia a la dispersión de sonido debido a su estructura y a su capacidad de absorción del mismo, pues sus diversos tipos pueden dar una eficiente detención sonora como son: Las pantallas metálicas, así como las pantallas de hormigón y madera, por último, las pantallas acústicas hechas de policarbonato o metacrilato (Adif 2020, p. 7)

Lacasta et al. (2018) y Rizzo (2020) Los jardines verticales implementados como sistemas verdes en fachadas de viviendas y áreas verdes, benefician al ambiente y reducen el ruido de manera significativa de las distintas fuentes emisoras.

Los jardines verticales son aquellos espacios pequeños usados para la implementación de vegetales en la pared, de modo que se puedan colocar macetas una encima de la otra, con la finalidad de que se tenga una distancia prudente para el desarrollo de la planta. Se puede implementar diversas plantas pequeñas que decoren el muro, ya que enraízan las láminas de material fibroso por lo que suele ubicarse en lugares específicos de las viviendas o edificios, como los balcones o las terrazas, asimismo como los jardines pequeños y paredes; ya sean dentro de una habitación o fuera de ella (Espinosa, 2020, p.29).

Peñalosa (2013, p. 7-9) y Rakhshandehroo et al. (2015, p. 1) Los muros vegetales o paredes vivas, son módulos que se instalan en fachadas exteriores de los edificios, viviendas y muros urbanos. Estos módulos verdes están conformados por plantas y por sustrato, por lo que necesitan mantenimiento cada cierto tiempo, para que tengan un mejor desarrollo y durabilidad, su diseño permite que las plantas crezcan ya sea de manera horizontal, como vertical. Los muros verdes otorgan diferentes beneficios ambientales, como la reducción acústica, absorción de CO₂, regulan la temperatura, atrapan el polvo y brindan una mejor calidad estética.

Abu-baker, et al. (2017, p.1) Las barreras verdes permiten la reducción acústica a través de la absorción. Estas barreras pueden contener diferentes especies vegetales, sin embargo, para lograr una mejor eficiencia en la disminución de ruido dependerá de las características de las plantas, así como el sustrato y el área foliar.

Granitto, (2020, p.1) Las plantas ornamentales tienen diversidad en usos y tienen alto follaje, pues estas plantas son cultivadas debido a su frondosidad y con fines decorativos en interiores, tenga o no las flores presentes. Estas plantas tienen valor por su decoración y algunas especies pueden adaptarse en ambientes comunes al aire libre.

Las especies de plantas ornamentales son utilizadas para decoraciones en espacios cerrados o viviendas. La diversidad de colores y formas de estas plantas brinda una estética agradable al lugar (Soto, 2017, p. 15).

Salcedo, (2021, p. 79) y Delgadillo (2018, p. 15) La *Aptenia Cordifolia* es una planta rastrera de origen sudafricano y es ornamental, crece en grandes cantidades en zonas con mucho sol y sin cuidado, por lo que aparece en lugares difíciles de germinación, sin embargo, su gran capacidad de ramificar, puede llegar a los 60 centímetros. Es de tipo suculenta, por lo que cuenta con gruesas hojas color verde y tienen forma acorazonada que sirven para almacenar agua, siendo de fácil propagación ya que se esparce como si fuera una alfombra. Sus tallos pueden alcanzar una longitud de 3m de manera horizontal, es vistosa debido a sus flores que pueden ser púrpura o rosada, las cuales permanecen abiertas durante el día

Aoyama, et al. (2020, Párr. 2-3) y Coelho, (2016, p. 3) Mencionan que la especie *Plectranthus verticillatus* es una planta rastrera que se mantiene perenne y de tipo ornamental. Su origen es en el país de Australia e islas de Pacífico, parte de sus características físicas es que cuenta con una altura de 30 a 50 cm como máximo y con inflorescencias blancas. Debido a su resistencia en diversos ecosistemas, se ha encontrado en jardines de pueblos y se utiliza como planta medicinal en la Ciudad de Castilla en España, América del Sur, Asia y África.

(IAF) Índice Área Foliar, Permite la estimación de la capacidad fotosintética que realizan las plantas y ayuda al almacenamiento de biomasa, rendimiento y adaptación a condiciones ambientales de una zona determinada. Para la obtención de IAF se debe dividir el área de las hojas de un cultivo en m² y el área del suelo sobre el cual se encuentra establecido en m² (Nafarrete, 2017, p. 3).

El sustrato es un componente que aporta anclaje, agua, oxígeno y nutrientes suficientes para que las plantas tengan un desarrollo óptimo. Su composición debe de tener propiedades físicas y químicas que, al combinarse permitan que las plantas, tengan un buen crecimiento radicular. (Valenzuela, 2015, p. 2)

Liotta, et al. (2015, p. 5) El riego por goteo es un sistema que se encarga de transportar el agua, por medio de una red de tuberías, para posteriormente ser aplicado en las plantas. El agua es conducida mediante emisores en pequeños volúmenes de manera periódica, el riego se da en los cultivos en forma de gotas por intermedio de goteros.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de diseño de investigación

Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, porque se realizó la búsqueda de conocimientos teóricos para dar solución a una problemática ambiental (Lozada, 2014, p.1). Este proyecto de investigación llevó a la práctica el conocimiento teórico sobre cubiertas vegetales, para ser aplicado como una alternativa ecológica en la reducción de ruido en viviendas urbanas, siendo de utilidad para la sociedad.

Este proyecto tuvo un enfoque de investigación cuantitativo, debido a que conllevó un proceso secuencial, también se analizó la realidad objetiva a través de mediciones numéricas y análisis estadístico. Este enfoque recolectó datos para verificar hipótesis, además se empleó la experimentación y análisis de causa y efecto, se formuló y demostró teorías que tuvieran lógica deductora.

Diseño de investigación

La investigación fue experimental, cuasi experimental. porque en el experimento se manipuló la variable independiente; con el propósito de analizar su efecto o influencia en la variable dependiente (Fernández y Baptista, 2014, p.151).

Es por ello que se estudió a la cubierta vegetal con plantas de especie *Aptenia Cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* para determinar su influencia en la reducción de ruido.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Cubierta vegetal plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus*.

Variable Dependiente: Reducción de ruido.

3.3. Población muestra y muestreo

La **población** estudiada de la presente investigación fueron las plantas de especie *Aptenia Cordifolia* y *Plectranthus verticillatus*. Según (Danel, 2015) la población es el conjunto de individuos sobre el que hay un interés de estudio.

Criterios de inclusión: Plantas sanas y sin indicios de plagas.

Criterios de exclusión: Plantas que mostraron signos de enfermedades o plagas.

La **muestra** de este estudio fue una cantidad de 120 plantas *Aptenia cordifolia* y 110 plantas *Plectranthus verticillatus*. Es un fragmento representativo de la población para ser sometidos a experimentación.

Muestreo. La técnica de muestreo empleada fue probabilístico estratificado debido a que se segmentó en subgrupos a la especie *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus*, para estudiar su altura (cm) y área foliar (m²).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La **técnica de recolección** que se empleó en el estudio fue la observación, para recopilar datos poder recopilar datos durante el monitoreo de ruido y a lo largo del desarrollo de las plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* en la cubierta vegetal. La Técnica de observación se da cuando el investigador tiene un contacto directo con el fenómeno a estudiar y registra información para analizarla (Diaz, 2011 p. 11).

Instrumentos de recolección de datos. Es un medio o mecanismo que se emplea en la técnica seleccionada para recopilar información relevante y poder adquirir los datos del estudio durante la evaluación (SINEACE, 2020 p. 11).

Los instrumentos de recolección que se utilizaron en esta investigación fueron:

- Fichas de recolección de datos de los niveles de ruidos antes y después de implementar la cobertura vegetal.
- Fichas de recolección de datos del crecimiento y el área foliar de las plantas ornamentales.

3.5. Procedimientos

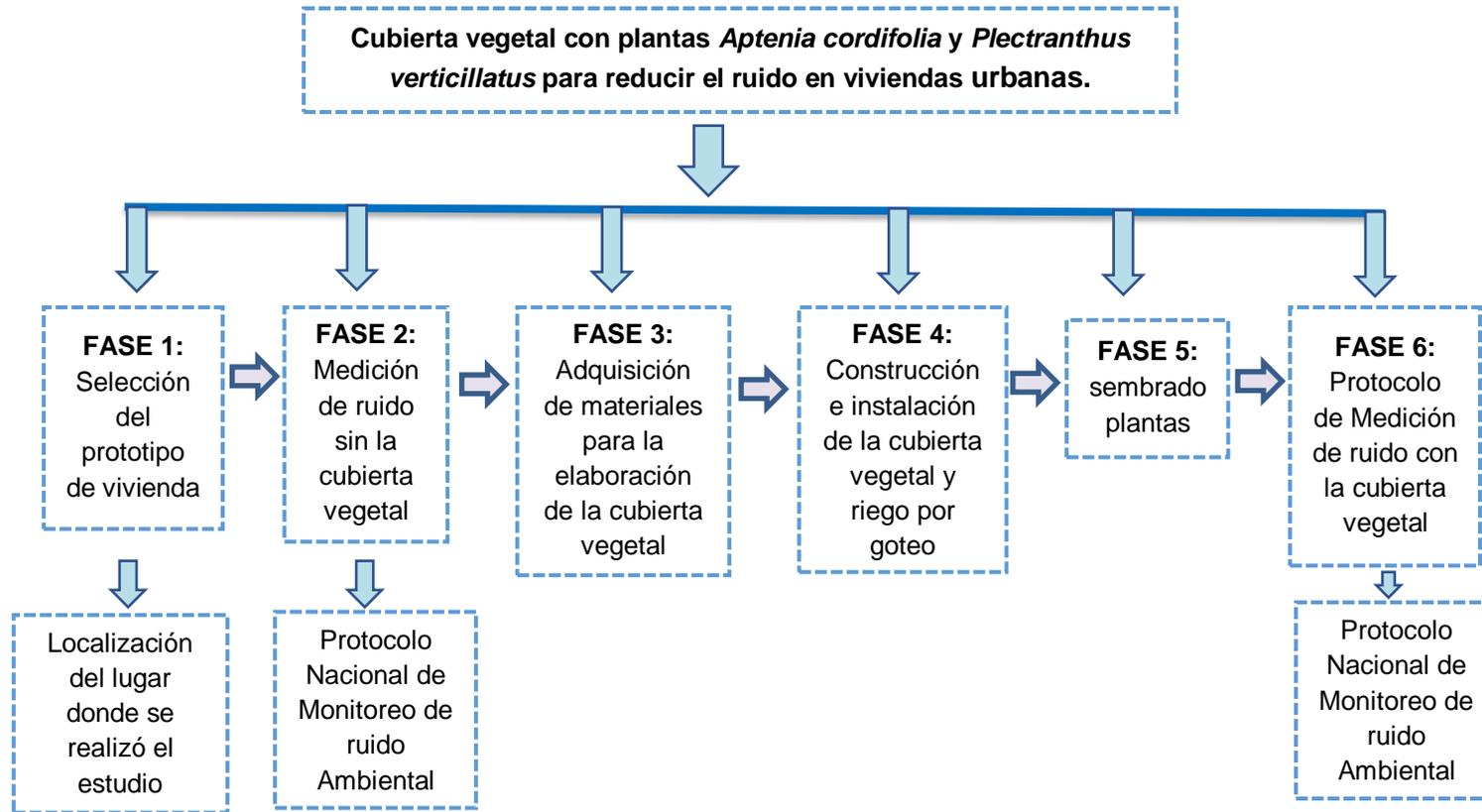


Figura 3: Diagrama de procesos de la ejecución del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Fase 1. Selección del prototipo de vivienda.

Para la ejecución de las pruebas experimentales del proyecto investigativo se seleccionó una caseta de guardianía de 14 m² como prototipo de vivienda. El módulo de vivienda estuvo ubicado en el Área Forestal Montes de la Virgen-Lambayeque.



Figura 4: Ubicación del Prototipo de vivienda

Fuente: Google Earth

Tabla 2: Coordenadas UTM

COORDENADAS UTM	
Este	620 297
Norte	9258 041

Fuente: Elaboración propia

Fase 2. Medición de ruido sin la cubierta vegetal

- En esta fase se llevó a cabo el monitoreo de ruido inicial al interior de la vivienda a las 10:00 am (horario diurno). La metodología usada para las mediciones de ruido estuvo basada en la Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental NTP 1996 – 2:2008.
- Para la obtención de la intensidad de ruido en dB se utilizó el sonómetro modelo BSWA clase 1 serie 570097, el cual contaba con calibración.
- El sonómetro se situó a 1.5 m de altitud sobre el nivel del suelo y a 2 m de distancia de la puerta en el interior.
- La fuente emisora de ruido fue un equipo de sonido ubicado a 6 metros de distancia en el exterior del prototipo de vivienda; el tipo de ruido fue constante con un nivel de ponderación sonora de 89.6 dB.
- Se realizaron 5 mediciones y cada una de ellas estuvo en un intervalo de tiempo de 10 minutos en modo fast.
- Los datos arrojados se registraron en las fichas técnicas elaboradas.



Figura 5: Monitoreo de ruido sin la cobertura vegetal

Fuente: Elaboración propia



Figura 6: Fuente emisora de ruido

Elaboración propia

FASE 3: Adquisición de materiales para la elaboración de la cubierta vegetal.

- Se realizó la compra de 14 mantas de material tarflex, resistente a rayos UV, con capacidad de 50 kilos de peso, cada una de las mantas posee 25 bolsillos y una medida total de 0.65 x 0.85 m.
- En un vivero se adquirió 120 Kg de tierra con compost y 25 kg de sustrato musgo, posteriormente se pasó por un proceso de mezclado de ambos productos.
- Asimismo, se efectuó la compra de 110 plantas embolsadas de especie *Plectranthus verticillatus*, las cuales tenían una altura de 9 cm. Cabe resaltar que 10 fueron reservadas para un posterior reemplazo en caso existieran problemas de adaptación.
- De un área determinada de la Reserva Forestal Montes de la Virgen se extrajo 120 esquejes de la planta *Aptenia Cordifolia* de 10 centímetros de altura, para luego ser trasplantadas en la cubierta vegetal.

Tabla 3: Adquisición de Materiales para la elaboración de la cubierta vegetal

14 mantas de Tarflex

2 sacos de Tierra con compost – 60 kg c/u

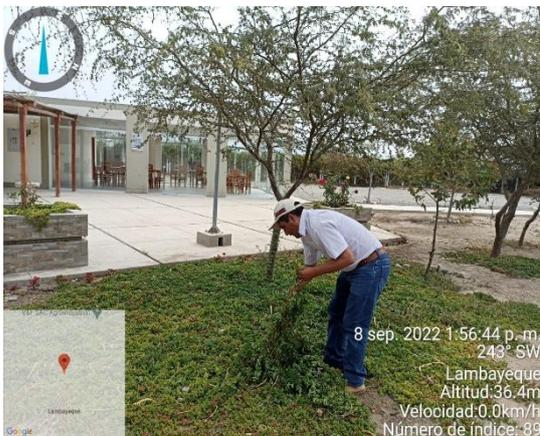


25 kg de sustrato musgo

110 plantas *Plectranthus verticillatus*



Extracción de 120 esquejes *Aptenia Cordifolia*



Fuente elaboración propia

FASE 4: Construcción e instalación de la cubierta vegetal en el prototipo de vivienda

- El área donde se construyó e instaló la cubierta vegetal fue en la fachada exterior del módulo de vivienda, la cual tuvo medidas 2.83m de ancho por 2.50m de largo. Asimismo, en esta misma superficie se hizo medidas alrededor de la puerta, contando con medidas de 88 cm a los lados y 40 cm en la parte superior.
- Se hicieron las medidas correspondientes para perforar la superficie de la pared con un taladro y se colocó tarugos en cada hoyo. Luego se instaló cada una de las mantas y se fijaron con clavos alcayatas en la pared.

Tabla 4: *Materiales para la construcción e instalación de la cubierta vegetal*

Materiales y herramientas	Unidad
Mantas	14
Tarugos	70
Clavos alcayata	70
Wincha	1
Taladro Percutor Stanley	1
Martillo	1

Fuente: Elaboración propia.



Figura 7: Construcción de la cubierta vegetal

Fuente: Elaboración propia

Instalación del riego por goteo.

- Para la instalación se utilizó 12 metros de manguera de 16 mm de diámetro. Se procedió a cortar la manguera en segmentos: 2 de 1.42 m; 1 de 1.32 m; 4 de 88 cm y 4 de 80.5 cm.
- Para fijar la manguera en la cubierta vegetal se emplearon cintillos.
- En el extremo izquierdo y derecho de la cubierta vegetal se colocó de forma horizontal 1 tramo de manguera de 80 cm en cada lado, por consiguiente, con 2 codos se unió en la parte superior 2 tramos de manguera de 1.41 metros y se las conectó entre sí con un codo T.
- En el extremo izquierdo y derecho de la manguera de 80.5 cm se colocó un codo T y se unió de forma vertical 2 tramos de manguera de 88 centímetros en cada lado y se les colocó un tapón.
- Posteriormente en el codo T de cada lado se realizó la conexión de forma horizontal 2 tramos de manguera de 80.5 cm, con la finalidad de unir 88 cm de manguera de forma vertical en ambos lados de la cubierta, luego

se conectó 1 codo en los 2 lados, para volver unir 1 tramo de manguera de 88 cm, en seguida se les puso tapón.

- En la parte del techo del prototipo de vivienda se colocó un tanque de agua con capacidad de 50 litros a una altura de 90 cm, luego se conectó un segmento de manguera de 1,32 m a la manguera de la parte superior y se colocó una llave de paso para controlar la distribución del agua.
- Luego se insertaron los goteros en la manguera en dirección de cada bolsillo en la primera fila de cada manta.

Tabla 5: *Materiales para la instalación del riego por goteo*

Materiales	Unidad
Manguera de 16 mm	12m
Codos 16 mm	4
Codos T 16 mm	3
Tapones 16 mm	4
Llave de paso 16 mm	1
Tanque de agua	50L
Cintillos	40

Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Instalación del riego por goteo

Fuente: Elaboración propia

FASE 5: Sembrado de las plantas.

- Inicialmente se añadió a los 120 kg de tierra con compost, 25 kg de musgo para realizar una mezcla de ambos.
- Posteriormente se procedió a llenar los bolsillos de las mantas con el compost mezclado con el sustrato, en cada bolsillo se agregó una cantidad de 600g.
- Se procedió al sembrado de las especies, primeramente, se trasplantó plantas *Plectranthus verticillatus*, seguidamente se llevó a cabo la siembra por esqueje de las plantas *Aptenia Cordifolia*. Cabe resaltar que en cada manta contaba con una capacidad para 25 plantas. En cada surco se sembraron intercaladamente cada una de las especies mencionadas.



Figura 9: Mezcla de tierra con compost y el sustrato de musgo

Fuente: Elaboración propia.



Figura 10: Llenado del sustrato en los bolsillos de mantas

Fuente: elaboración propia



Figura 11: Sembrado de plantas

Fuente: Elaboración propia

FASE 6: Medición de ruido con la cubierta vegetal.

- Después de la instalación de la cubierta vegetal con plantas *Aptenia Cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* en la pared exterior del módulo, se realizaron diferentes mediciones de ruido Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental NTP 1996 – 2:2008.
- El equipo para realizar la medición fue el sonómetro modelo BSWA clase 1 serie 570097, el cual contaba con calibración.
- El equipo de medición se ubicó a una elevación de 1.5 m del piso y a 2 metros de distancia de la puerta en el interior.
- El equipo de sonido que sirvió como fuente emisora estuvo a 6 metros de distancia en el exterior del prototipo de vivienda; el tipo de ruido fue constante con un nivel de ponderación sonora de 89.6 dB.
- Se tomaron 5 mediciones en modo fast con un intervalo de tiempo de 10 minutos, este proceso se repitió cada 6 días, durante un periodo de 5

semanas. Así mismo se evaluó el crecimiento de las plantas (altura, área foliar) en paralelo al monitoreo de ruido.

- Empleando una regla se procedió a medir la altura de ambas especies, la medida se tomó a partir de la base hasta la parte más alta de las plantas. Para obtener la altura estimada de todas las plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* se seleccionó 20 plantas de cada especie y se sacó un promedio.
- Para poder determinar el área foliar de las plantas, se evaluó 6 plantas de cada especie *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus*.
- Se emplearon 2 fichas técnicas, en la primera ficha se registró los datos arrojados por el sonómetro y en la segunda se registró la altura y el área foliar de las plantas *Aptenia Cordifolia* y *Plectranthus verticillatus*.

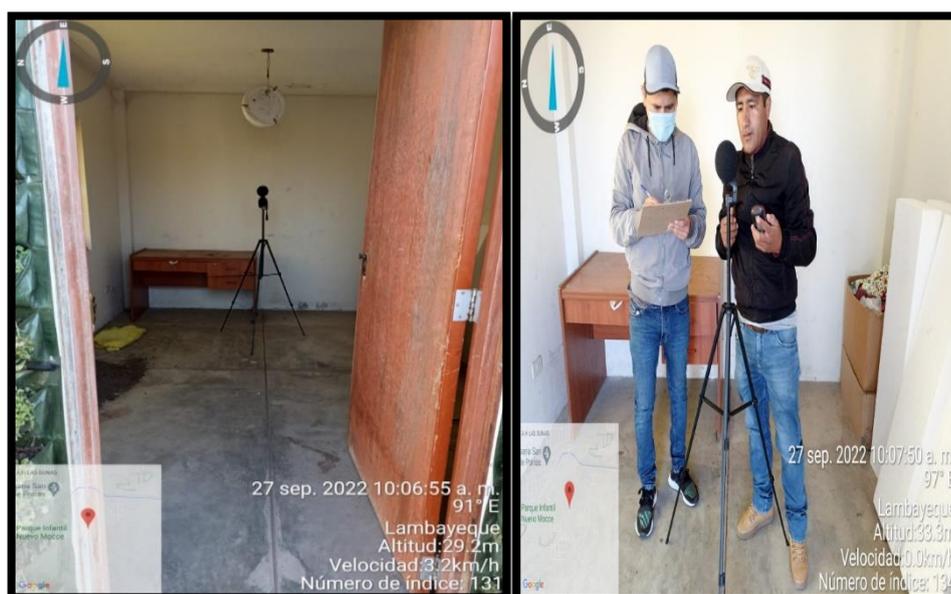


Figura 12: Medición de ruido con la cubierta vegetal instalado

Fuente: Elaboración propia



Figura 13: Evaluación del crecimiento de las plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectrhanthus verticillatus*

Fuente: Elaboración propia

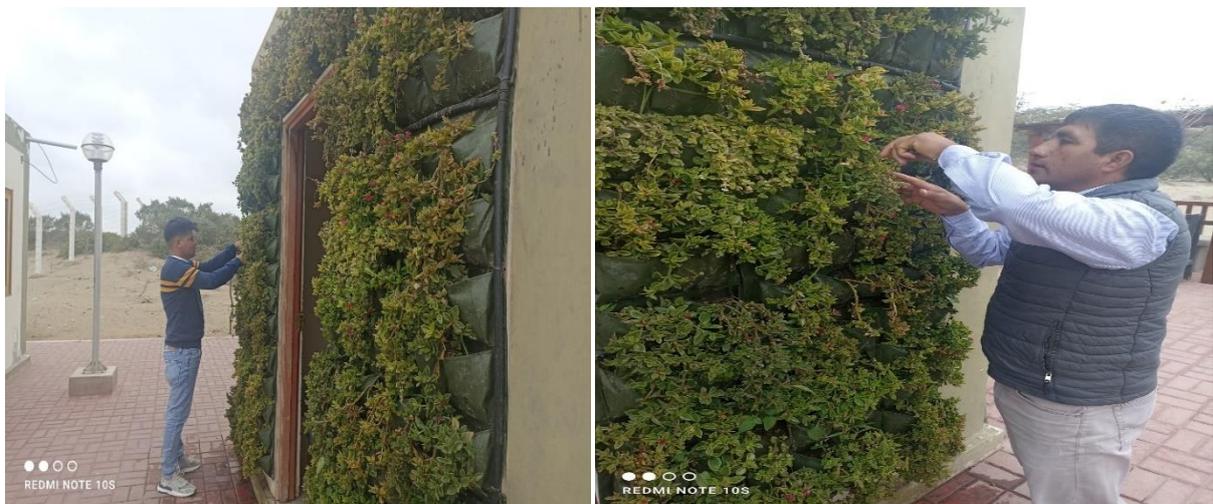


Figura 14: Evaluación del área foliar de las plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectrhanthus verticillatus*

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Procedimiento de recolección de datos

Se recopiló diversas investigaciones con similitud a nuestras variables, por lo que nos permitió conocer sus características y estudio del comportamiento de las mismas, manteniendo la noción de nuestros objetivos.

Este tipo de datos y análisis se vincularán a modelos numéricos, que se extraerán de la experimentación en campo, donde se analizará si las plantas *Aptenia Cordifolia* y *Plectranthus Verticillatus* tienen la capacidad de disminuir el ruido de fuentes externas en viviendas urbanas.

Los datos que se obtendrán durante el monitoreo de ruido serán presentados en una matriz de datos en diversos intervalos de tiempo y distancia. Siendo el sonómetro, nuestro instrumento de medición fundamental.

Análisis de datos

Para la recopilación de datos en esta investigación, se elaboraron fichas técnicas de campo las cuales servirán como instrumento para el registro de datos que se obtendrán durante el desarrollo de la experimentación.

Los datos arrojados por el sonómetro, estuvieron apoyados por un sistema Software denominado VA-LM y posteriormente trasladados a los programas Excel, permitiéndonos graficar y exponer cifras de la experimentación.

Finalmente, la cuantificación será descrita a través de “Estadística descriptiva”, ya que proporcionará la información requerida o necesaria para apoyar o descartar las hipótesis mencionadas. Por lo que los datos serán plasmados en cifras, tablas y graficas que el investigador podrá presentar a detalle a través de la descripción,

dando a entender la relevancia de su investigación a diversos lectores (Rendón, Villasís y Miranda, 2016, p. 3).

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto se encargó de recopilar información y se consideró los principios éticos más pertinentes para nuestro estudio; haciendo lustre la autonomía y la privacidad a los derechos de cada autor. Por lo que se procedió a llevar a cabo una búsqueda exhaustiva de estudios que tengan similitud con nuestra problemática y variables de estudio. Asimismo, se verificó los datos de cada estudio para apoyar nuestra hipótesis, y fueron guía para nuestro camino hacia el aprendizaje teórico y experimental, logrando dar referencia a través de la norma actual ISO 690, demostrando la autenticidad de la fuente y evitando mancillar el contenido redactado.

Aseguramos que los resultados que se lograrán en este proyecto, serán verídicos, pues el procedimiento estará documentado a través de pruebas fehacientes en la parte metodológica del estudio, demostrando la autenticidad de lo que se va a trabajar y dando prueba de la experiencia y que la obtención de nuestros datos puede ser usados para corroborar posteriores investigaciones.

IV. RESULTADOS

- ✓ Identificar la intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana.

Tabla 6: *Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana*

N° de Mediciones	Intensidad del ruido (dB)
Medición 1	83.2
Medición 2	82.7
Medición 3	82.8
Medición 4	84.4
Medición 5	83.0
PROMEDIO	83.2

Fuente: Elaboración propia

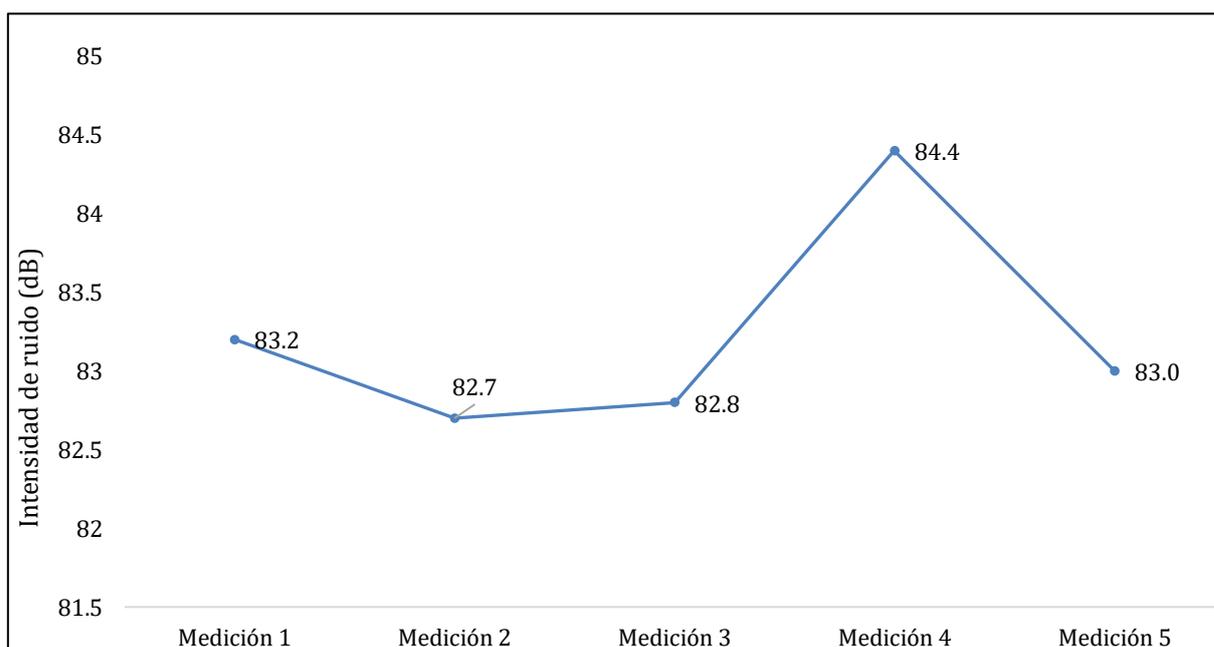


Figura 15: *Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana*

Fuente: Elaboración propia

Tanto en la tabla 6, como en la figura 15 se puede observar que la medición 2 y medición 3 registraron las menores intensidades de ruido, en cambio en la medición 4 se registró la mayor intensidad de ruido; asimismo se reportó una intensidad de ruido promedio de 83.20 dB.

- ✓ **Determinar la intensidad de ruido en el interior de la vivienda urbana después de la instalación de la cubierta vegetal.**

Tabla 7: *Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la primera semana de medición*

N° de Mediciones	Intensidad del ruido (dB)
Medición 1	70.0
Medición 2	69.40
Medición 3	69.60
Medición 4	70.20
Medición 5	70.30
Promedio	69.90

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7, se puede observar que la medición 2 registró la menor intensidad de ruido, en cambio en la medición 5 se registró mayor intensidad; asimismo se obtuvo un ruido promedio de 69.90 dB.

Tabla 8: *Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la segunda semana de medición*

N° de Mediciones	Intensidad del ruido (dB)
Medición 1	68.50
Medición 2	69.70
Medición 3	69.20
Medición 4	68.60
Medición 5	67.30
Promedio	68.66

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, se puede observar que la medición 5 registró la menor intensidad de ruido, en cambio en la medición 2 se registró la mayor intensidad de ruido; donde se obtuvo un promedio de 68.66 dB.

Tabla 9: *Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la tercera semana de medición*

N° de Mediciones	Intensidad del ruido (dB)
Medición 1	66.70
Medición 2	65.80
Medición 3	68.60
Medición 4	66.20
Medición 5	66.50
PROMEDIO	66.76

Fuente: Elaboración propia

Tanto en la tabla 9, se puede observar que la medición 2 registró la menor intensidad de ruido, en cambio en la medición 3 se registró la mayor intensidad de ruido; asimismo se reportó una intensidad de ruido promedio de 66.76 dB.

Tabla 10: *Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la cuarta semana de medición*

N° de Mediciones	Intensidad del ruido (dB)
Medición 1	65.20
Medición 2	66.30
Medición 3	65.30
Medición 4	66.20
Medición 5	64.00
PROMEDIO	65.40

Fuente: Elaboración propia

Tanto en la tabla 10, se puede observar que la medición 6 registró la menor intensidad de ruido, en cambio en la medición 2 se registró la mayor intensidad de ruido; asimismo se reportó una intensidad de ruido promedio de 65.40 dB.

Tabla 11: *Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la quinta semana de medición*

N° de Mediciones	Intensidad del ruido (dB)
Medición 1	63.00
Medición 2	64.10
Medición 3	63.20
Medición 4	65.00
Medición 5	64.00
PROMEDIO	63.86

Fuente: Elaboración propia

Tanto en la tabla 11, se puede observar que la medición 1 registró la menor intensidad de ruido, en cambio en la medición 4 se registró la mayor intensidad de ruido; asimismo se reportó una intensidad de ruido promedio de 63.86 dB.

Tabla 12: *Intensidad de ruido inicial en el interior de la vivienda urbana durante la sexta semana de medición*

N° de Mediciones	Intensidad del ruido (dB)
Medición 1	61.80
Medición 2	61.20
Medición 3	60.40
Medición 4	60.00
Medición 5	62.70
PROMEDIO	61.22

Fuente: Elaboración propia

Tanto en la tabla 12, se puede observar que la medición 4 registró la menor intensidad de ruido, en cambio en la medición 6 se registró la mayor intensidad de ruido; asimismo se reportó una intensidad de ruido promedio de 61.22 dB.

Tabla 13: *Intensidad de ruido en el interior de la vivienda urbana durante las seis semanas de experimentación*

Semana de medición	Promedio de Intensidad del ruido (dB)
Semana 1	69.90
Semana 2	68.66
Semana 3	66.76
Semana 4	65.40
Semana 5	63.86
Semana 6	61.22

Fuente: Elaboración propia

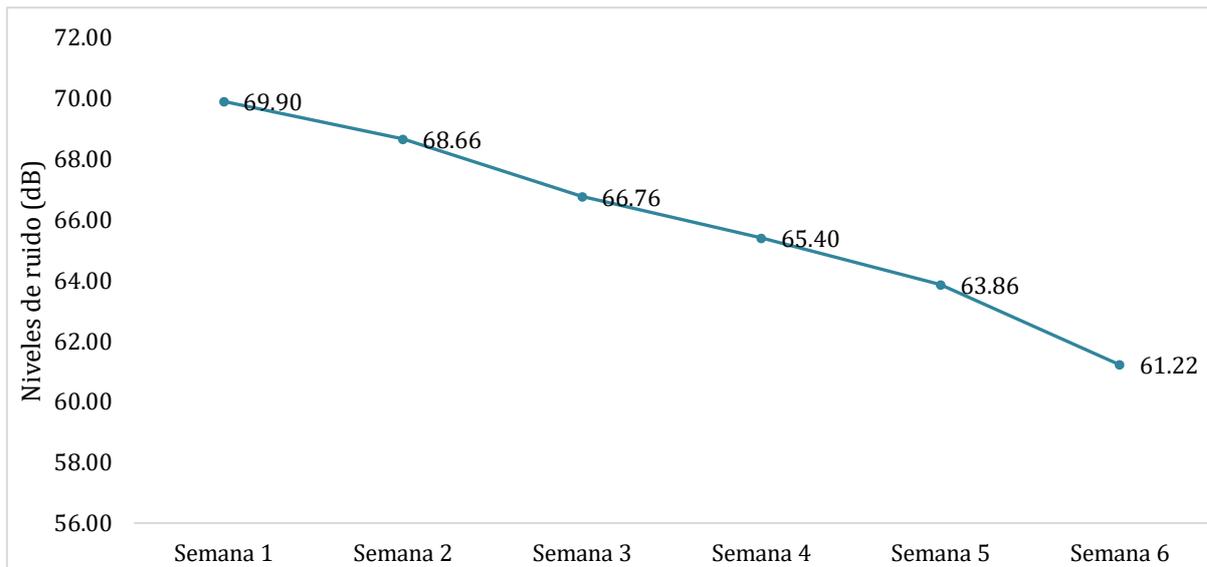


Figura 16: Promedio de la intensidad de ruido en el interior de la vivienda urbana durante las seis semanas de medición

Fuente: Elaboración propia

Tanto en la tabla 13, como en la figura 16 se puede observar cómo va disminuyendo la intensidad de ruido durante las seis semanas de medición, evidenciando que la colocación vegetal es efectiva en la reducción de ruidos en el interior de las viviendas, siendo la semana 6 con la menor intensidad de ruido con 61.22 dB.

- ✓ **Analizar la eficiencia de reducción de ruido en el interior de la vivienda durante el crecimiento vegetativo de las plantas.**

Tabla 14: *Reducción de ruido en el interior de la vivienda durante el crecimiento vegetativo de las plantas*

	Especies	Crecimiento (altura cm)	Área Foliar (m2)	Promedio de reducción de ruido (dB)
Semana 1	<i>Plectranthus Verticillatus</i>	9.50	0.830	13.32
	<i>Aptenia Cordifolia</i>	10.80	1.395	
Semana 2	<i>Plectranthus Verticillatus</i>	9.70	0.847	14.56
	<i>Aptenia Cordifolia</i>	10.80	1.395	
Semana 3	<i>Plectranthus Verticillatus</i>	10.30	0.886	16.46
	<i>Aptenia Cordifolia</i>	11.10	1.531	
Semana 4	<i>Plectranthus Verticillatus</i>	10.90	0.946	17.82
	<i>Aptenia Cordifolia</i>	11.90	1.617	
Semana 5	<i>Plectranthus Verticillatus</i>	11.80	0.974	19.36
	<i>Aptenia Cordifolia</i>	13.80	1.696	
Semana 6	<i>Plectranthus Verticillatus</i>	12.70	1.121	22.00
	<i>Aptenia Cordifolia</i>	15.00	1.826	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se puede observar que, durante el crecimiento vegetativo de las plantas en la cubierta vegetal, en la semana 1 la especie *Plectranthus Verticillatus* tuvo una altura de 9.5 cm y un área foliar de 0.830 m²; la especie *Aptenia Cordifolia* en esqueje mantuvo una altura de 10.8 cm y un área foliar de 1.395 m² lo que permitió una reducción de ruido de 13.32 dB.

En la semana 6 ambas plantas desarrollaron una altura y área foliar significativa, la especie *Plectranthus Verticillatus* creció 12.7 cm en cuanto a su altura y su área foliar se extendió 1.121 m². La *Aptenia Cordifolia* presentó una altura de 15 cm y un área foliar de 1.826 m², donde se alcanzó una reducción de sonido de 22 dB.

Progresivamente hubo reducción de ruido, es decir que, conforme al crecimiento continuo de las plantas, si se presentó una eficiencia la atenuación de ruido y con mayor énfasis en la semana 6.

Tabla 15: Crecimiento de la altura de la especie *Plectranthus verticillatus* durante el periodo de 6 semanas.

<i>Plectranthus verticillatus</i>	
Semanas de estudio	crecimiento (altura/cm)
Semana 1	9.5
Semana 2	9.7
Semana 3	10.3
Semana 4	10.9
Semana 5	11.8
Semana 6	12.7

Fuente: Elaboración propia

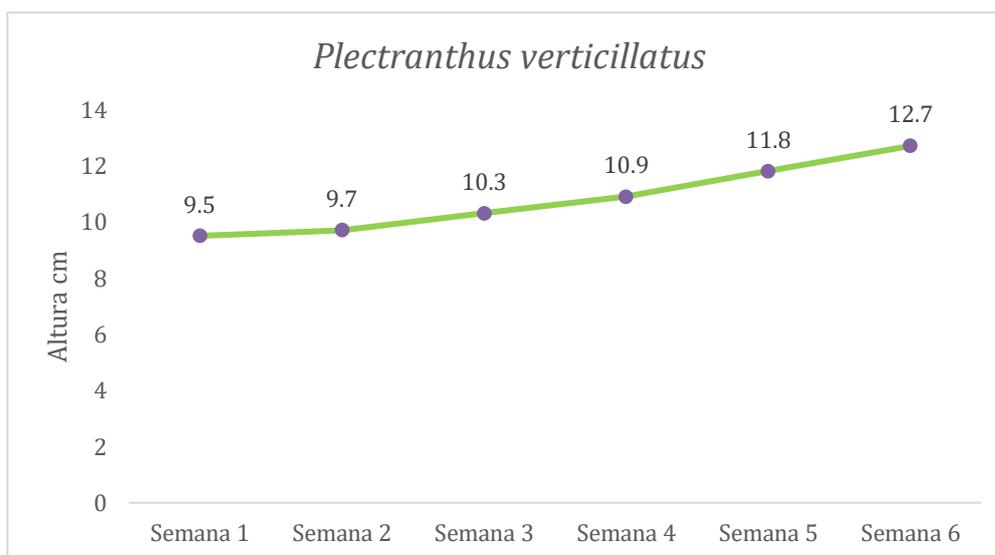


Figura 17: Crecimiento de la altura de la especie *Plectranthus verticillatus* a lo largo del tiempo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 y la figura 17 se muestra como la planta *Plectranthus verticillatus*, ha ido evolucionando con respecto a su altura, en la semana 1 tuvo una altura de 9.5 cm y en la semana 6 llegó a una altura de 12.7 cm.

Tabla 16: Crecimiento de la altura de la especie *Aptenia Cordifolia* durante el periodo de 6 semanas

<i>Aptenia Cordifolia</i>	
Semanas	crecimiento (altura/cm)
Semana 1	10.8
Semana 2	10.8
Semana 3	11.1
Semana 4	11.9
Semana 5	13.8
Semana 6	15.0

Fuente: Elaboración propia

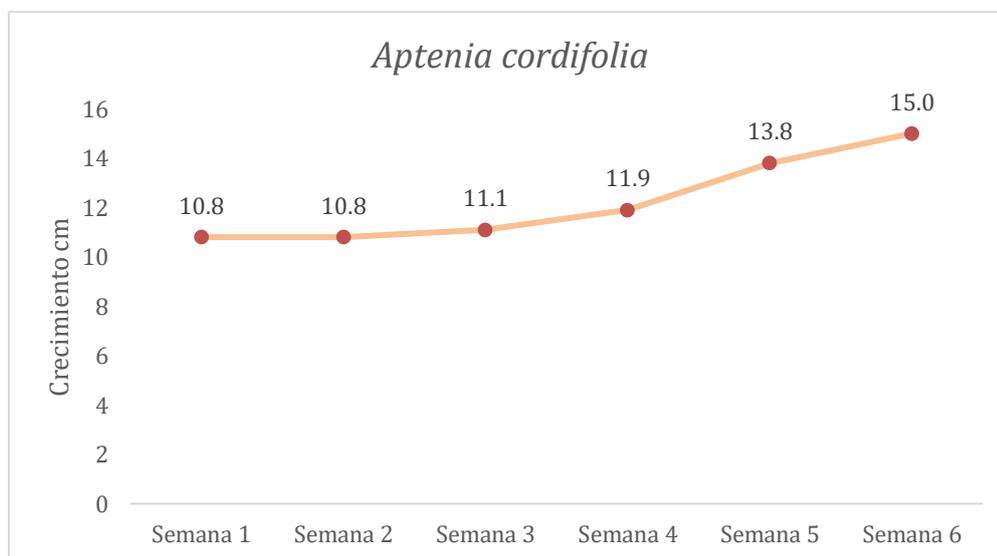


Figura 18: Crecimiento de la altura de la *Aptenia cordifolia*

Fuente: Elaboración propia

En tabla 16 y la figura 18, se muestra como la planta *Aptenia cordifolia*, ha ido evolucionando con respecto a su altura, en la semana 1 y 2 se mantuvo el crecimiento en 10.8 cm, debido a que fue trasplantada a través de esquejes, sin embargo, a partir de la semana 3 ya se muestra un crecimiento de 11.1cm de largo, llegando a la semana 6 con 15 cm de altura.

Tabla 17: Área foliar de la especie *Plectranthus verticillatus* durante el periodo de 6 semanas.

<i>Plectranthus verticillatus</i>	
Semanas	Área foliar/m ²
Semana 1	0.830
Semana 2	0.847
Semana 3	0.886
Semana 4	0.946
Semana 5	0.974
Semana 6	1.121

Fuente: Elaboración propia

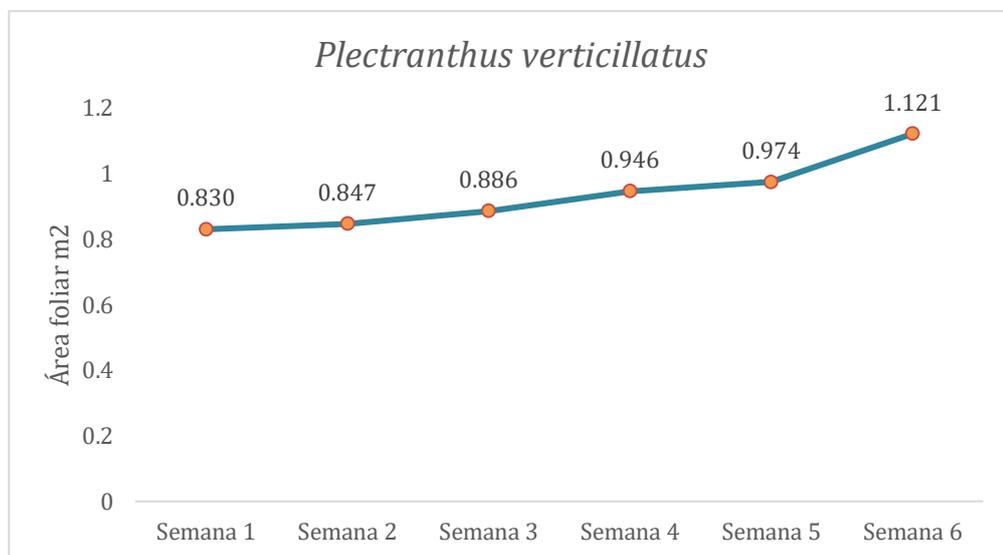


Figura 19: Área foliar de la especie *Plectranthus verticillatus*

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 y la figura 19, se observa la extensión del área foliar de la especie *Plectranthus verticillatus* durante el periodo de crecimiento en un intervalo de 6 semanas, en la evolución de la semana 1 contó con un área foliar de 0.830 m² y en la semana 6 el área foliar aumentó en 1.121 m².

Tabla 18: Área foliar de la especie *Aptenia cordifolia* durante el periodo de 6 semanas

<i>Aptenia Cordifolia</i>	
semanas de estudio	Área foliar/m ²
Semana 1	1.395
Semana 2	1.395
Semana 3	1.531
Semana 4	1.617
Semana 5	1.696
Semana 6	1.826

Fuente: Elaboración propia

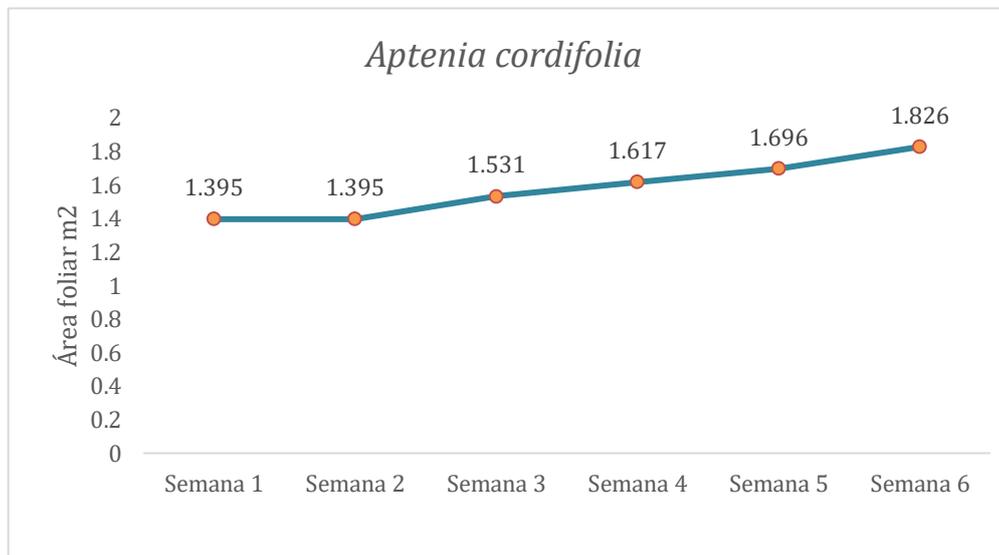


Figura 20: Área foliar de la especie *Aptenia cordifolia*

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 y la figura 20, se muestra que el área foliar de la especie *Plectranthus verticillatus* durante el periodo de crecimiento en un intervalo de 6 semanas, en la evolución de la semana 1 a la semana 2 contó con un área foliar de 1.395 m², mientras que en la semana 6 el área foliar aumentó en 1.121 m².

Tabla 19: Reducción de ruido durante cada semana de evaluación

Cubiertas vegetales con plantas <i>Aptenia cordifolia</i> y <i>Plectranthus verticillatus</i>	
Semanas	Reducción de ruido dB
Semana 1	13.32
Semana 2	14.56
Semana 3	16.46
Semana 4	17.82
Semana 5	19.36
Semana 6	22

Fuente: Elaboración propia

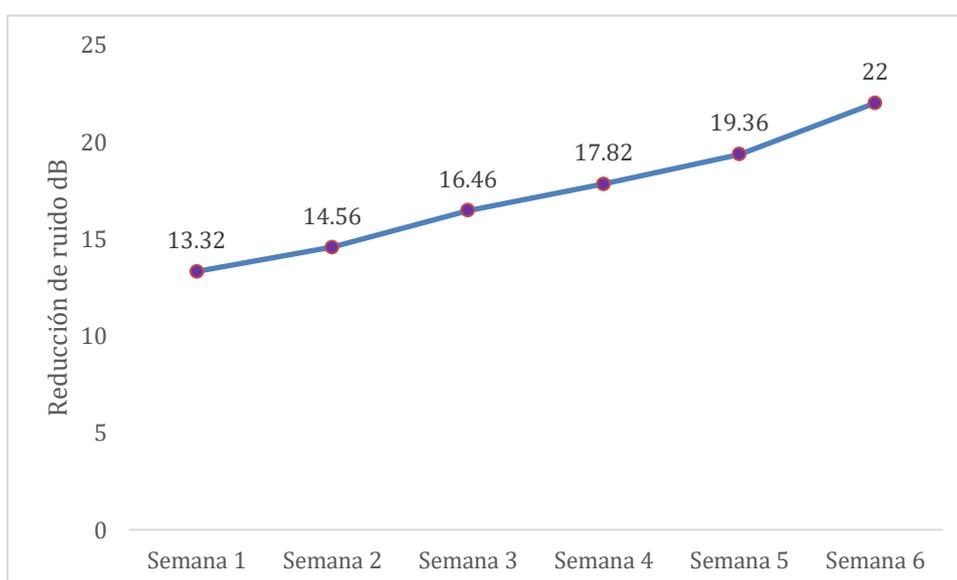


Figura 21: Reducción de ruido en cada semana de monitoreo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 y en la figura 21, se muestra que a medida que las plantas se desarrollaron lograron reducir el ruido de manera progresiva, siendo la semana 6 la más significativa, llegando a reducir 22 dB.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación se compararon con los diferentes estudios que se recopilaron y se plasmaron en los antecedentes.

La fuente emisora de ruido fue un equipo, con un sonido constante de 89.6 dB ubicado a una distancia de 6 metros. Se recurrió a realizar una medición sonora con 5 repeticiones dentro del prototipo de vivienda sin la presencia de cobertura vegetal, obteniendo un promedio de 83.2 dB. Mientras que, Ccepaya (2018) aplicó una metodología similar, donde utilizó un parlante como fuente emisora, posicionado a una distancia de 5m, posteriormente se realizó la medición sonora en el interior de la vivienda sin la barrera vegetal, obteniendo un nivel promedio de ruido de 75.14 dB. El estudio de Tang, et al. (2021) desarrolló una metodología semejante, donde obtuvo un ruido inicial de 75 a 80 dB, demostrando que la variación de ruido puede ser influenciada por diversos factores como la fuente emisora de ruido y el clima.

La construcción de las barreras vegetales puede variar de acuerdo a sus materiales, puesto que en el estudio se usó mantas de tarflex, las cuales son resistentes a la humedad y radiación solar, asimismo se usó tierra con compost, mezclado con sustrato y musgo lo que permite una fácil adaptación de las plantas y con ello un mejor crecimiento, sin embargo, en estudios como el de Azkorra, et al. (2015) usó un sistema de base modular con materiales de polietileno resistentes a la radiación UV, el cual fue precultivado con sustrato reciclable que aportaba resistencia en las plantas. Siendo ambos métodos igual de factibles para su implementación en paredes de estructuras urbanas, pues favorece el buen desarrollo de las plantas.

Luego de instalar la cobertura vegetal en la pared del prototipo de vivienda se pasó a realizar un monitoreo de ruido durante 6 semanas, donde se obtuvieron intensidades de ruido que fluctuaron desde 69 dB en la semana 1, hasta los 61 dB en la semana 6, demostrando que hubo una reducción en la intensidad de ruido a lo largo del tiempo. Por otra parte, en el estudio de Delgadillo, (2018) se realizó un monitoreo en intervalos de 4 semanas a partir de la instalación de la barrera vegetal, donde se obtuvo variaciones de 84 y 78 dB. También Coa, (2021), quien realizó seguimiento de ruido durante un tiempo de 30 días, tras la implementación de la

barrera acústica, obtuvo un nivel de ruido de 69 a 70 dB, demostrando que a lo largo del tiempo el ruido va descendiendo en función de las barreras vegetales.

El crecimiento (altura, área foliar) de las plantas usadas en la investigación: *Aptenia Cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* influyen en la atenuación del ruido, ya que, con respecto a la medición en la semana 6, se evidenció que la planta *Plectranthus verticillatus* tuvo una altura de 12.70 cm y un área foliar de 1.121 m², y la especie *Aptenia cordifolia* contó una altura de 15 cm y un área foliar de 1.826 m², reduciendo el ruido en 22 dB. Por otro lado, Delgadillo, (2018); en su estudio utilizó diferentes barreras vegetales, barrera con especie *Aptenia Cordifolia* con un área foliar de 1.72 m², barrera 2 especie *Jacobaea maritima* con un área foliar de 0.921 m² en la última semana de experimentación. Los resultados evidenciaron una reducción de ruido fue de 11.85 dB a 13.56 dB. En cuanto a Ccepaya (2018), menciona que la barrera verde con plantas *Aptenia cordifolia* y *Helxine soleirolii* con un follaje al 100% reduce el ruido a 7 dB a 5 dB respectivamente.

Así mismo Abu-baker, et al. (2017) comprobó la eficiencia de una barrera vegetal con mayor área foliar de las plantas permite una disminución de ruido de 24 dB. Azkorra, et al. (2015) afirma que la presencia de pared verde y la mayor presencia de follaje atenúa el sonido en 15 dB. Demostrando que el crecimiento y el área foliar de las plantas si influyen en la atenuación de ruido.

En esta investigación se estudió un sistema de barrera de reducción de ruido, en el cual se usaron plantas. Es por ello que se planteó una estructura que sea compatible con la arquitectura urbana, mediante una serie de evaluaciones se demostró que la cubierta vegetal con plantas *Plectranthus verticillatus* y *Aptenia Cordifolia* atenuó el ruido de manera significativa, siendo la máxima reducción 22 dB. Por lo tanto, la barrera vegetal planteada si funcionaria como una estrategia sostenible para mitigar la contaminación sonora, beneficiando la calidad de vida y el medio ambiente y, además mejoraría la belleza paisajística de las ciudades.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó un monitoreo de ruido, en el cual se hizo 5 mediciones con un intervalo de 10 minutos al interior del prototipo de vivienda sin la instalación de la cubierta vegetal, en los resultados se evidenció que no existió variaciones significativas durante las 5 repeticiones y se obtuvo un promedio de 83.2 dB. A partir del resultado de este monitoreo se fue comparando las intensidades de ruido evaluadas durante un periodo de 6 semanas con la cubierta vegetal con plantas *Aptenia Cordifolia* y *Plectranthus Verticillatus*.
2. La intensidad del ruido al interior de la vivienda con la cubierta vegetal instalado fue: semana 1 (69.9 dB), semana 2 (68.66 dB), semana 3 (66.76 dB), semana 4 (65.40 dB), semana 5 (63.86 dB) y la semana 6 (61.22 dB). Al instalar la cubierta vegetal se evidenció que la intensidad de ruido dentro de la vivienda iba disminuyendo a medida que transcurría el periodo de las 6 semanas de prueba.
3. El crecimiento de las plantas (altura y área foliar) tuvieron un efecto positivo en la disminución de ruido. La especie *Aptenia Cordifolia* en la semana 1 contó con una altura de 10.80 cm y un área foliar de 1.395 m², mientras que la especie *Plectranthus verticillatus* tuvo una altura de 9.50 cm y un área foliar de 0.380 m², alcanzando una reducción de ruido de 13.2 dB. Por otro lado, en la parte final de la experimentación la cual fue la semana 6, la *Aptenia Cordifolia* llegó a una altura de 15 cm y con un área foliar de 1.820 m², en cuanto la planta *Plectranthus verticillatus* su altura fue de 12.7 cm y un área foliar de 1.121 m², permitiendo una atenuación de ruido de 22 dB. El total de ruido reducido en porcentaje desde el inicio hasta el final del estudio fue de 26.4 %.
4. Se comprobó que al menos en una de las mediciones hubo una mayor reducción de ruido, la cual fue la semana 6. Demostrando que el crecimiento y el área foliar a lo largo del tiempo, influyen en la atenuación del ruido.

VII. RECOMENDACIONES

Al haber concluido con la investigación se recomienda:

1. Ampliar la investigación en cuanto a la implementación de sistemas como las cubiertas vegetales en arquitecturas urbanas como una fuente de mitigación de ruido, asimismo contribuye a la belleza paisajística, absorción de CO₂ y la regulación de temperatura, ya que las especies usadas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* demostraron ser eficientes y resistentes a la estructura de cubierta vegetal planteado en la investigación.
2. Es necesario investigar sobre la contaminación sonora a profundidad, pues su afección en la salud y el medio ambiente suelen pasar desapercibidas. Contribuir al desarrollo urbano con estrategias sostenibles como las cubiertas vegetales facilitan una ciudad más limpia y con la posibilidad de desarrollarlo a largo plazo y a mayor escala.
3. Se recomienda llevar a cabo estudios de barreras vegetales utilizando la especie *Aptenia cordifolia* con la finalidad de evaluar sus características y su capacidad en la reducción del ruido.
4. Se recomienda ampliar la búsqueda de especies vegetales ornamentales de hojas carnosas, follaje extenso y que tengan la capacidad de adaptación en diferentes climas y que contribuyan a minimizar la contaminación sonora en las grandes urbes.
5. Se debe buscar diferentes materiales para la elaboración de la estructura de cubiertas o barreras vegetales que cuenten con características aislantes de ruido, y que tengan resistencia a variaciones como el clima, rayos UV y la humedad. A su vez, complementar la arquitectura con una estrategia sostenible

REFERENCIAS

- ABU-BAKER, D., HAMMAD, R. y HORANI, M., 2017. The Effectiveness of The Green Carrier as a Traffic Noise Barrier. *evista Internacional de Ingeniería Civil y Ambiental IJCEE-IJENS* [en línea], vol. 17. [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Effectiveness-of-The-Green-Carrier-as-a-Traffic-Abu-Baker-Yasir/6cf7fe8d0b35ba4a921d84414a2f2826862e01ab>
- ADIF, 2020. Pantallas Acústicas [en línea]. julio 2020. Madrid: s.n. [Consulta: 2 julio 2022]. Disponible en: https://www.caminoscastillayleon.es/wp-content/uploads/2020/08/ET-03.305.010.5_Pantallas-Acusticas.pdf
- AEMA, 2020. Environmental noise in Europe — 2020. [en línea]. S.I.: [Consulta: 17 abril 2022]. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>
- ALEAGA, J., 2017. *El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operadores del área de producción de productos plásticos de la Empresa Holviplas S.A.* [en línea]. Ecuador-Ambato: Universidad Técnica de Ambato. [Consulta: 24 abril 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25953>
- AMABLE, I., MÉNDEZ, J., DELGADO, L., ACEBEDO, F., ARMAS, J. y RIVERO, M., 2017. Contaminación ambiental por ruido. *SCIELO* [en línea], vol. 39. [Consulta: 17 abril 2022]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024
- AOYAMA, E., FURLAN, M., INDRIUNAS, A. y ELIAS, L., 2020. MORFOANATOMIA FOLIAR DE *Plectranthus verticillatus* (L.f.) Druce (LAMIACEAE). *Enciclopèdia Biosfera*, vol. 17, no. 33. ISSN 18090583. DOI 10.18677/EnciBio_2020D48
- AZKORRA, Z., PÉREZ, G., COMA, J., CABEZA, L.F., BURES, S., ÁLVARO, J.E., ERKOREKA, A. y URRESTARAZU, M., 2015. Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. *Applied Acoustics* [en línea], vol. 89, pp. 46-56. ISSN 0003682X. DOI 10.1016/j.apacoust.2014.09.010. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003682X14002333>

BARBOSA, R., 2017. *Estudio del ruido generado por las actividades académicas y administrativas en UNIMINUTO- Centro Regional Soacha – 2017*. [en línea]. Centro Regional Soacha: Corporación Universitaria Minuto de Dios. [Consulta: 19 mayo 2022]. Disponible en:

https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/6651/1/TSO_BarbosaVanegasRuthYolima_2017

BIOCCA, M., GALLO, P., DI LORETO, G., IMPERI, G., POCHI, D. y FORNACIARI, L., 2019. Noise attenuation provided by hedges. *Journal of Agricultural Engineering* [en línea], vol. 50, no. 3, pp. 113-119. ISSN 2239-6268. DOI 10.4081/jae.2019.889. Disponible en: <https://www.agroengineering.org/index.php/jae/article/view/889>

CCEPAYA, Y., 2018. *EFICIENCIA DE LAS PLANTAS ORNAMENTALES APTENIA cordifolia Y Helxine soleirolii COMO BARRERA PARA LA REDUCCIÓN DE RUIDO 2018* [en línea]. S.l.: Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3205604>

COA, J., 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* [en línea]. LIMA: UNIVERSIDAD PERUANA UNION. [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12840/4419>

COELHO, E., 2016. *Atividades Biológicas de Várias Espécies de Plectranthus e Influência sobre a Estrutura de Proteínas* [en línea]. Portugal: Universidad de Lisboa. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10451/25571>

CONTRERAS, J., 2020. *Diseño de acondicionamiento y aislamiento acústico mediante materiales sostenibles para la sala de música de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.* [en línea]. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. [Consulta: 2 julio 2022]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36832>

CURO, R., 2021. *Contaminación acústica y su relación con los efectos en la salud de los pobladores del centro histórico de Ayacucho, 2019* [en línea]. AYACUCHO: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN. [Consulta: 21 mayo 2022].

2022]. Disponible en:
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2423/1/T026_41693188_T.pdf

DANEL, O., 2015. Metodología de la investigación. Población y muestra. *ResearchGate* [en línea], [Consulta: 5 junio 2022]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/283486298_Metodologia_de_la_investigacion_Poblacion_y_muestra

DELGADILLO, G., 2018. *Reducción del ruido mediante barreras vegetales con las especies *Jacobaea maritima* y *Aptenia cordifolia* en condiciones controladas – Lima 2018* [en línea]. Lima: Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/36267>

DIAS, J., BIONDI, D. y NUNHO, allan, 2022. El papel de las zonas verdes urbanas en la atenuación de la contaminación acústica. [en línea], [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/359536429_The_role_of_urban_green_areas_in_noise_pollution_attenuation

DIAZ, L., 2011. La Observación. *UNAM* [en línea], pp. 11. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en:
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2714>

DIMITRIJEVIĆ, D., DOBRNJAC, M. y LATINOVIĆ, T., 2017. NOISE POLLUTION REDUCTION AND CONTROL PROVIDED BY GREEN LIVING SYSTEMS IN URBAN AREAS. *International Scientific Journals* [en línea], vol. 5, no. 3, pp. 133-136. [Consulta: 7 mayo 2022]. Disponible en:
<https://stumejournals.com/journals/innovations/2017/3/133>

ESPINOSA, P., 2020. *Jardines Verticales soporte ambiental en la UPZ Álamos - Engativá al noroccidente de Bogotá. 2020* [en línea]. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en:
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/43870/aespinos.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

FAROOQI, Z.U., SABIR, M., LATIF, J., ASLAM, Z., AHMAD, H., AHMAD, I., IMRAN, M. y ILIĆ, P., 2020. Assessment of noise pollution and its effects on human health in industrial hub of Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 27, no. 3, pp. 2819-2828. ISSN 0944-1344. DOI 10.1007/s11356-019-07105-7.

FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la Investigación* [en línea]. Sexta edición. MEXICO: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. [Consulta: 4 junio 2022]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

GRANITTO, G., 2020. *GUIA DIDÁCTICA: MANEJO Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS ORNAMENTALES (PARA INTERIOR)* [en línea]. 2020. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en:

[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/101175/mod_folder/content/0/Guí a%20plantas%20ornamentales%202022.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/101175/mod_folder/content/0/Guí%20plantas%20ornamentales%202022.pdf)

HAKZAH, PAWELLOI, I., NASIR, N. y HAMZAH, S., 2020. The effect of traffic noise on public health. *Enfermería Clínica*, vol. 30, pp. 249-253. ISSN 11308621. DOI 10.1016/j.enfcli.2020.06.057.

HERNÁN, D. y MACÍA, C., 2011. Metodología experimental para obtener coeficientes de absorción de ruido. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* [en línea], vol. 29. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2011000200002

HERNÁNDEZ, J., 2009. *DISEÑO DE UN SONÓMETRO* [en línea]. Mexico: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA. [Consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: <https://fdocuments.net/document/aoediseo-de-un-sonmetroatesisipnmxjspuibitstream12345678939721disenosono.html?page=7>

KHAN, B., JAMIL, A. y NAWAZ, M., 2021. Effect of Seasonal Variation and Meteorological Parameters on the Environmental Noise Pollution in the Selected Areas of Rawalpindi and Islamabad, Pakistan. *Polish Journal of Environmental*

Studies [en línea], vol. 30, no. 5, pp. 4569-4578. ISSN 1230-1485. DOI 10.15244/pjoes/132980. Disponible en: <http://www.pjoes.com/Effect-of-Seasonal-Variation-and-Meteorological-nParameters-on-the-Environmental,132980,0,2.html>

KOPTSEVA, E. y ZAYTSEV, A., 2020. Noise Reduction Properties of Urban Green Spaces in Saint-Petersburg. [en línea]. S.l.: s.n., pp. 145-150. Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-16091-3_17

LACASTA, A.M., PEÑARANDA, A. y CANTALAPIEDRA, I.R., 2018. Green Streets for Noise Reduction. *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability* [en línea]. S.l.: Elsevier, pp. 181-190. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128121504000173>

LANCON, L., 2012. *Caracterización de la absorción sonora en modelos físicos a escala* [en línea]. Mexico: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA. [Consulta: 21 mayo 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11191/5403>

LIOTTA, M., CARRIÓN, R., CIANCAGLINI, N. y OLGUÍN, A., 2015. *Riego por goteo* [en línea]. 2015. S.l.: Ministerio de Producción y Desarrollo Economico. [Consulta: 21 mayo 2022]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf

LIRA, Z., ALFARO, S. y VILLANUEVA, J., 2020. Contaminación sonora en la ciudad de Barranca-Lima-Perú. *Investigación Valdizana*, vol. 14, no. 4, pp. 213-219. ISSN 1995-445X. DOI 10.33554/riv.14.4.744.

LOPEZ, G.A.P. y SOUZA, L.C.L. de, 2018. Urban green spaces and the influence on vehicular traffic noise control. *Ambiente Construído* [en línea], vol. 18, no. 4, pp. 161-175. ISSN 1678-8621. DOI 10.1590/s1678-86212018000400299. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000400161&lng=en&tlng=en

LÓPEZ, R., 2019. *PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE NIVELES DE RUIDO QUE GENERAN CONTAMINACIÓN SONORA, EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019* [en línea]. CHICLAYO: UNIVERSIDAD DE

LAMBAYEQUE. [Consulta: 17 abril 2022]. Disponible en: <http://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/28>

LOZADA, J., 2014. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *Revista CienciAmérica* [en línea], vol. 3. [Consulta: 4 junio 2022]. Disponible en: <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/30>

LUNAIN, D. y BENOIT, G., 2016. In-situ evaluation of the acoustic efficiency of a green wall in urban areas. *NOISE y NOISE-CON Actas de congresos y conferencias , InterNoise16, Hamburgo ALEMANIA* [en línea], [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.ingentaconnect.com/contentone/ince/incecp/2016/00000253/00000007/art00032>

MANSO, M., CASTRO-GOMES, J.P., MARCHACZ, M., GÓRSKI, M., DULAK, L. y ZUCHOWSKI, R., 2017. Acoustic Evaluation Of A New Modular System For Green Roofs And Green Walls. *Architecture, Civil Engineering, Environment* [en línea], vol. 10, no. 1, pp. 99-108. ISSN 1899-0142. DOI 10.21307/acee-2017-023. Disponible en: <https://www.sciendo.com/article/10.21307/acee-2017-023>

MARGARITIS, E. y KANG, J., 2017. Relationship between green space-related morphology and noise pollution. *Ecological Indicators*, vol. 72, pp. 921-933. ISSN 1470160X. DOI 10.1016/j.ecolind.2016.09.032.

MEZA, I. y SEDANO, P., 2021. *EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA GENERADOS POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LAS PLAZAS Y PARQUES DE LA CIUDAD DE HUANCVELICA* [en línea]. Huancavelica: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA. [Consulta: 19 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3876/TESIS-2021-ZOOTECNIA-MEZA%20CRISOSTOMO%20Y%20SEDANO%20DE%20LA%20CRUZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINAM, 2017. Ordenanza Municipal N° 000353-2017-MDI .- Aprueban normas para la prevención y control de la contaminación sonora [en línea]. [Consulta: 28

abril 2022]. Disponible en: <http://sial.minam.gob.pe/sanmartin/normas/aprueban-normas-prevencion-control-contaminacion-sonora>

MINAM, 2020. Contaminación sonora en Lima se redujo durante cuarentena. [en línea]. LIMA, 29 abril 2020. [Consulta: 17 abril 2022]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/142118-contaminacion-sonora-en-lima-se-redujo-durante-cuarentena>

MOTEALLEMI, A., BINA, B. y MORTEZAIE, S., 2018. Effects of noise pollution on Samen district residents in Mashhad city. *Environmental Health Engineering and Management*, vol. 5, no. 1, pp. 23-27. ISSN 2423-3765. DOI 10.15171/EHEM.2018.04.

MUNIR, S., KHAN, S., NAZNEEN, S. y AHMAD, S.S., 2021. Temporal and seasonal variations of noise pollution in urban zones: a case study in Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research* [en línea], vol. 28, no. 23, pp. 29581-29589. ISSN 0944-1344. DOI 10.1007/s11356-021-12738-8. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s11356-021-12738-8>

NAFARRETE, A., 2017. *Estimación Directa e Indirecta del Índice del área foliar (IAF) y Modelación con Lidar en un bosque tropical seco de Yucatán* [en línea]. Mexico: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. [Consulta: 29 junio 2022]. Disponible en: https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/438/1/PCB_RN_M_Tesis_2017_Nafarrate_Ana.pdf

NORABUENA, D. y SHIGUAY, S., 2022. *Eficiencia del jardín vertical de plantas ornamentales como aislante acústico para la reducción de ruidos ambientales* [en línea]. PERU: UNIVERSIDAD PERUAN DE LA UNION. [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12840/5298>

NORIEGA, J., 2017. *Análisis del campo sonoro y la molestia de la contaminación acústica en ciudades mediante el uso de redes de sensores* [en línea]. ESPAÑA: Universidad Católica de Murcia. [Consulta: 24 abril 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/2883/Tesis.pdf;jsessionid=2ACE583251B9B427B30988E2AF3431BE?sequence=1>

OBI, N., OBI, J.S., IBEM, E., NWALUSI, D. y OKEKE, O., 2021. Noise Pollution in Urban Residential Environments: Evidence from Students' Hostels in Awka, Nigeria. *Journal of Settlements and Spatial Planning*, vol. 12, no. 1, pp. 51-62. ISSN 20693419. DOI 10.24193/JSSP.2021.1.05.

OEFA, 2016. La contaminación sonora en Lima y Callao [en línea]. [Consulta: 13 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/publicaciones/libro-contaminacion-sonora-lima-callao/>

OGUNTUNDE, P.E., OKAGBUE, H.I., OGUNTUNDE, O.A. y ODETUNMIBI, O.A., 2019. A Study of Noise Pollution Measurements and Possible Effects on Public Health in Ota Metropolis, Nigeria. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences* [en línea], vol. 7, no. 8, pp. 1391-1395. [Consulta: 1 julio 2022]. ISSN 1857-9655. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31110591/>

OMS, 2018. Directrices sobre ruido ambiental para la región europea [en línea]. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>

ORDÓÑEZ, K., MENDOZA, K. y ORDÓÑEZ, L., 2021. ENVIRONMENTAL LAW AND NOISE POLLUTION IN PERU. *REBIOL* [en línea], vol. 24, no. 2, pp. 246-249. [Consulta: 17 abril 2022]. ISSN 23133171. DOI 10.17268/rebiol.2021.41.02.10. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/4058>

ORO, M., 2017. *Ecología Acústica*. [en línea]. S.I.: Universidad Politécnica de Madrid. [Consulta: 18 mayo 2022]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/14131>

ORTIZ, J., QUILLOS, S. y ESCALANTE NEIVER, 2020. Estudio de la contaminación sonora en la Ciudad de Chimbote. [en línea], pp. 1-8. [Consulta: 24 abril 2022]. DOI 10.18687/LACCEI2020.1.1.285. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/344969468> [Estudio de la contaminación sonora en la Ciudad de Chimbote](#)

OW, L.F. y GHOSH, S., 2017. Urban cities and road traffic noise: Reduction through vegetation. *Applied Acoustics* [en línea], vol. 120, pp. 15-20. ISSN 0003682X. DOI 10.1016/j.apacoust.2017.01.007. Disponible en:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003682X17300270>

PEÑALOSA, G., 2013. Green Building Envelope. [en línea]. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en:

<https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/cities-alive-green-building-envelope>

PÉREZ, G., COMA, J., BARRENECHE, C., DE GRACIA, A., URRESTARAZU, M., BURÉS, S. y CABEZA, L.F., 2016. Acoustic insulation capacity of Vertical Greenery Systems for buildings. *Applied Acoustics* [en línea], vol. 110, pp. 218-226. ISSN 0003682X. DOI 10.1016/j.apacoust.2016.03.040. Disponible en:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003682X16300731>

QUISPE, J., ROQUE, C., RIVERA, G., RIVERA, F. y ROMANÍ, A., 2021. Impacto de la contaminación sonora en la salud de la población de la ciudad de Juliaca, Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [en línea], vol. 5, no. 1, pp. 331-337. [Consulta: 17 abril 2022]. ISSN 2707-2207. DOI 10.37811/cl_rcm.v5i1.228. Disponible en:

<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/228>

RAKSHANDEHROO, M., MOHD YUSOF, M.J. y ARABI, R., 2015. Living Wall (Vertical Greening): Benefits and Threats. *Applied Mechanics and Materials* [en línea], vol. 747, pp. 16-19. ISSN 1662-7482. DOI 10.4028/www.scientific.net/AMM.747.16. Disponible en:

<https://www.scientific.net/AMM.747.16>

RENDÓN, M., VILLASÍS, M. y MIRANDA, M., 2016. Estadística Descriptiva. *Revista Alergia Mexico* [en línea], vol. 63, no. 4, pp. 397-407. [Consulta: 28 junio 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755026009.pdf>

RIZZO, A., 2020. Sistemas modulares de jardines verticales: evaluación de la absorción acústica en laboratorio. *Ecos (Montevideo)* [en línea], vol. 1, no. 1.

[Consulta: 25 abril 2022]. ISSN 26972913. DOI 10.36044/EC.V1.N1.7. Disponible en: <https://revistas.udelar.edu.uy/OJS/index.php/ecos/article/view/46>

SALCEDO, D., 2021. *Árboles y Plantas de la Zona Urbana de Torreón* [en línea]. 2. Torreón: México. [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en: <http://www.torreon.gob.mx/medioambiente/pdf/LIBRO%20DE%20ARBOLES%202021.pdf>

SÁNCHEZ, T., 2020. *Contaminación sonora y percepción del aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos* [en línea]. LIMA: UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS. [Consulta: 24 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/14131>

SINEACE, 2020. *GUÍA DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOJO DE INFORMACIÓN PARA EVALUADORES EXTERNOS* [en línea]. 2020. Perú: s.n. [Consulta: 14 junio 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12982/6480>

SINIA, 2003. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. [en línea]. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruido>

SOTO, A., 2017. «*Guía básica de plantas ornamentales para el diseño de jardines de interior y exterior para clima templado*» [en línea]. GUATEMALA: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/03/12/Soto-Astry.pdf>

TANG, V., RENE, E.R., HU, L., BEHERA, S.K., PHONG, N.T. y THI DA, C., 2021. Vertical green walls for noise and temperature reduction – An experimental investigation. *Science and Technology for the Built Environment* [en línea], vol. 27, no. 6, pp. 806-818. ISSN 2374-4731. DOI 10.1080/23744731.2021.1911154. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23744731.2021.1911154>

TEKEYKHAH, J., MOHSEN HOSSEINI, S., JALALI, G., ALAVI, J. y ESMAILI SARI, A., 2019. Species-Related Difference to Noise Reduction Between Trees in Urban

Forest: The Abidar Forest Park (Case Study). *Sound&Vibration* [en línea], vol. 53, no. 6, pp. 263-276. ISSN 1541-0161. DOI 10.32604/sv.2019.07157. Disponible en: <https://www.techscience.com/sv/v53n6/38291>

THOMAZELLI, R., CAETANO, F.D.N. y BERTOLI, S.R., 2016. Acoustic properties of green walls: Absorption and insulation. [en línea]. S.l.: s.n., pp. 015017. DOI 10.1121/2.0000426. Disponible en: <http://asa.scitation.org/doi/abs/10.1121/2.0000426>

URRESTARAZU, M., 2014. SILENTVEG: Barreras vegetales autónomas y sostenibles para la mitigación acústica y compensación del CO2 en vías de transporte, con seguimiento telemático. [en línea]. España: [Consulta: 8 mayo 2022]. Disponible en: <https://fdocuments.es/document/silentveg-barreras-vegetales-autonomas-y-sostenibles-para-incluyendo-los.html?page=1>

VALENZUELA, O., 2015. Tecnología de sustratos: propiedades de los diferentes componentes. *Facultad de Ciencias Agropecuarias-UNER* [en línea], [Consulta: 21 mayo 2022]. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/4525/INTA_CR_BsAsNorte_EEASanPedro_Valenzuela_Tecnologia_Sustratos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VILCAMANGO, A., 2018. *Reducción de ruidos en el área administrativa usando barrera acústica y barrera verde en la empresa DEMEM S.A. Ubicado dentro de las instalaciones de la Refinería Conchán – PETROPERÚ - Lurín, 2018* [en línea]. LURIN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. [Consulta: 25 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40752>

YUAN, M., YIN, C., SUN, Y. y CHEN, W., 2019. Examining the associations between urban built environment and noise pollution in high-density high-rise urban areas: A case study in Wuhan, China. *Sustainable Cities and Society*, vol. 50, pp. 101678. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2019.101678.

ZEBALLOS, A. y ROMÁN, C., 2020. Evaluación de muro verde en la disminución de ruido y su percepción ambiental en un centro educativo. *INGENIERÍA*

INVESTIGA [en línea], vol. 2, no. 01, pp. 246-253. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 2708-3039. Disponible en: <https://doi.org/10.47796/ing.v2i01.294>

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

TIPO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE	Cubierta vegetal plantas <i>Aptenia cordifolia</i> y <i>Plectranthus verticillatus</i> .	Una barrera vegetal es aquella estructura modular, la cual contiene plantas y sustrato. Es necesario el mantenimiento y extracción de las plantas para darles larga vida y mantenerlos cada temporada, siendo el diseño esencial para que las plantas crezcan de forma horizontal o vertical.	Evaluación de las plantas <i>Aptenia cordifolia</i> y <i>Plectrhanthus Verticillatus</i> en el tiempo	Altura	cm	Razón
		Abu-Baker et al. (2017)		Área foliar	m2	
DEPENDIENTE	Reducción de ruido	El ruido es una alteración del sonido, las cuales se dan por fuentes externas que usualmente son antrópicas, y consecuentemente provoca malestar en la población. (OEFA, 2015)	La reducción sonora dependerá de la intensidad del ruido y su tiempo de exposición en función con las barreras vegetales, y el sonómetro es el equipo que permitirá obtener los niveles de ruido	Intensidad del ruido	dB	Intervalo

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Caseta de Guardianía (Prototipo - de vivienda)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Cubierta vegetal con plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* instalada en el prototipo de vivienda.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Modelo BSWA 308 clase 1 - serie 570097



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Medición a la fuente emisora de ruido



Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Registro de datos de la medición sonora.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Estudio del área foliar.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Ficha de Recolección de Datos.

MONITOREO DE RUIDO				
Responsables del Monitoreo		Aranda Herrera José Alfredo		
		Sánchez Lucero Santos Alfonso		
Lugar	Reserva Forestal Montes de la Virgen-Lambayeque			
Día	26/08/2022	Hora	10:00 a. m.	
Coordenadas UTM	Este	620 297	Marca del sonómetro	BSWA 308
	Norte	9258 041		
Medición de ruido sin la Cubierta Vegetal				
N° de Mediciones		Nivel de Ruido LAeqT		
		Decibelios (dB)		
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Ficha de Recolección de Datos medición de ruido con la cubierta vegetal *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus*

MONITOREO DE RUIDO				
Responsables del Monitoreo		Aranda Herrera José Alfredo		
		Sánchez Lucero Santos Alfonso		
Lugar	Reserva Forestal Montes de la Virgen-Lambayeque			
Día	26/08/2022	Hora	10:00 a. m.	
Coordenadas UTM	Este	620 297	Marca del sonómetro	BSWA 308
	Norte	9258 041		
Medición de ruido sin la Cubierta Vegetal				
N° de Mediciones		Nivel de Ruido LAeqT		
		Decibelios (dB)		
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Certificado de calibración del sonómetro.



INACAL

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración

LAC - 185 - 2022

Página 1 de 9

Expediente	1048945	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO	
Dirección	Calle, Elias Aguirre N° 240	La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP). La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	BSWA TECH	
Modelo	BSWA 309	
Procedencia	CHINA	
Resolución	0,1 dB	
Clase	2	
Número de Serie	590048	
Micrófono	MP309	
Serie del Micrófono	395645	
Fecha de Calibración	2022-11-04	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente por
GUARPE CUSUMBUA B. N.
DNI: 720600283015 40H
Fecha: 2022-11-04 17:10:07



Firmado digitalmente por
CUE VARRA FERRER LAMOUR
DNI: 720600283015 40H
Fecha: 2022-11-04 17:06:18

Dirección de Metrología

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817. San Isidro, Lima - Perú
Telf: (01) 640-8920 Anexo 1501
Email
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página

Anexo 11: Ficha de Recolección de Datos del Crecimiento (altura) de la planta

Aptenia Cordifolia

Monitoreo del crecimiento de las plantas	
Evaluadores	Aranda Herrera José Alfredo
	Sánchez Lucero Santos Alfonso
FECHA:	
HORA:	
<i>Aptenia Cordifolia</i>	
N° de muestras	Altura/cm
Planta 1	
Planta 2	
Planta 3	
Planta 4	
Planta 5	
Planta 6	
Planta 7	
Planta 8	
Planta 9	
Planta 10	
Planta 11	
Planta 12	
Planta 13	
Planta 14	
Planta 15	
Planta 16	
Planta 17	
Planta 18	
Planta 19	
Planta 20	
PROMEDIO	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Ficha de Recolección de Datos del Crecimiento (altura) de la planta

Plectranthus verticillatus

Monitoreo del crecimiento de las plantas	
Evaluadores	Aranda Herrera José Alfredo
	Sánchez Lucero Santos Alfonso
FECHA:	
HORA:	
<i>Plectranthus verticillatus</i>	
N° de muestras	Altura/cm
Planta 1	
Planta 2	
Planta 3	
Planta 4	
Planta 5	
Planta 6	
Planta 7	
Planta 8	
Planta 9	
Planta 10	
Planta 11	
Planta 12	
Planta 13	
Planta 14	
Planta 15	
Planta 16	
Planta 17	
Planta 18	
Planta 19	
Planta 20	
PROMEDIO	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Ficha de recolección de datos del área foliar de las plantas.

<i>Aptenia Cordifolia</i>	
Muestra	Área foliar (m2)
Planta 1	
Planta 2	
Planta 3	
Planta 4	
Planta 5	
Planta 6	
PROMEDIO	

<i>Plectranthus verticillatus</i>	
Muestra	Área foliar (m2)
Planta 1	
Planta 2	
Planta 3	
Planta 4	
Planta 5	
Planta 6	
PROMEDIO	

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MONTEZA ARBULÚ CÉSAR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Cubierta vegetal con plantas Aptenia cordifolia y Plectranthus verticillatus para reducir el ruido en viviendas urbanas", cuyos autores son SANCHEZ LUCERO SANTOS ALFONSO, ARANDA HERRERA JOSE ALFREDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 7.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 10 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MONTEZA ARBULÚ CÉSAR AUGUSTO DNI: 16681280 ORCID: 0000-0003-2052-6707	Firmado electrónicamente por: MARBULUCA el 12- 12-2022 09:52:15

Código documento Trilce: TRI - 0438580