

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**EFICIENCIA DE UN JARDÍN VERTICAL CON *Helxine soleirolii* EN LA  
REDUCCIÓN DE RUIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA 2023**

**PRESENTADA POR:**

**YHON JAMES CHIPANA ANCACHI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



16.12%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 3 OCT 2024, 5:36 PM

### Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL 1.78%      ● CHANGED TEXT 14.34%

## Report #23087807

YHON JAMES CHIPANA ANCACHI // EFICIENCIA DE UN JARDÍN VERTICAL CON Helxine soleirolii EN LA REDUCCIÓN DE RUIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA 2023  
RESUMEN El estudio se realizó en la ciudad de Juliaca durante el año 2023 y tuvo por objetivo determinar el nivel de eficiencia de un jardín vertical (Helxine soleirolii) en la reducción de ruido. Se aplicó una metodología analítica con un diseño cuasi experimental, y la medición de los niveles de ruido se realizó en dos puntos de monitoreo: Plaza de Armas de Juliaca y Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas” durante una semana en los horarios de 8:00, 13:00 y 16:00 hrs considerando el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental y utilizando un sonómetro marca RION modelo NL-42. Los resultados mostraron que el nivel de eficiencia del jardín vertical en la reducción de ruido fue de 15 %, con valores de 51 a 53 dB pre implementación, y 46 a 47 dB , con una diferencia de 7 dB, posterior a la implementación del jardín vertical al 100 %, similar a los resultados obtenidos por Coa (2021), quien determinó que el jardín vertical disminuye el ruido ambiental vehicular, de 73.4 dB pre instalación a 64.7 dB post instalación, con un promedio de atenuación sonora de 7.43 dB. Así mismo, Rojas (2021), identificó que Helxine soleirolii ocupó el puesto 11 de 15 especies vegetales mitigadoras de ruido, y presentó una reducción de 5.7 dB. Ccepaya (2018), determinó que Helxine soleirolii presentan una eficiencia de

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TESIS**

**EFICIENCIA DE UN JARDÍN VERTICAL CON (HELXINE SOLEIROLII) EN LA  
REDUCCIÓN DE RUIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA 2023**

**PRESENTADA POR:**

**YHON JAMES CHIPANA ANCACHI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO


:



Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

ASESOR DE TESIS

:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ingeniería y Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Lineas de Investigacion: Ciencias Ambientales

Puno, 11 de octubre del 2024

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a **DIOS**, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres que ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluyen este. A mis hermanos por el aliento desde el primer día, a mi hijo Alejandro, eres el mejor regalo que he recibido, haces mi mundo más primoroso.

## AGRADECIMIENTO

Antes que todo, agradezco a **DIOS** por darme siempre fuerzas para continuar en lo adverso, por guiarme en el camino de lo prudente y darme sabiduría para mejorar día a día en mi vida profesional.

Al mismo tiempo quiero agradecer sinceramente a mi asesor de tesis, Dr. Esteban Isidro Leon Apaza su esfuerzo y dedicación.

Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador. ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración, así como estar en deuda con él por todo el apoyo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta tesis.

Y finalmente gracias a mi familia, que sin su apoyo incondicional y estímulo no habría sido posible culminar esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>14</b>
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	14
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	15
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES	17
<b>1.3. OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>18</b>
2.1.1. CONTAMINACIÓN POR RUIDO	18

2.1.2. RUIDO	18
2.1.3. RUIDO AMBIENTAL	19
2.1.4. SONÓMETRO	20
2.1.5. JARDÍN VERTICAL	21
2.1.6. IMPACTO AMBIENTAL DEL JARDÍN VERTICAL	21
2.1.7. TIPOS DE JARDINES VERTICALES	22
2.1.8. BENEFICIOS DE LOS JARDINES VERTICALES	23
2.1.9. PLANTAS ORNAMENTALES	23
2.1.10 CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS ORNAMENTALES	23
2.1.11. TIPOS DE PLANTAS ORNAMENTALES	24
2.1.12. HELXINE SOLEIROLII	24
2.1.13. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DE RUIDO	25
2.1.14. PARQUE AUTOMOTOR	26
<b>2.2. MARCO NORMATIVO</b>	<b>27</b>
<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>27</b>
2.3.1. JARDÍN VERTICAL	27
2.3.2. PLANTA LÁGRIMAS DE ÁNGEL (HELXINE SOLEIROLII)	27
2.3.3. RUIDO	27
2.3.4. SONÓMETRO	28
2.3.5. PLANTA ORNAMENTAL	28
2.3.6. CONTAMINACIÓN POR RUIDO	28
2.3.7. MONITOREO	28
2.3.8. PARQUE AUTOMOTOR	28
<b>2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>28</b>
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	28
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	28

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>29</b>
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>30</b>
<b>3.3. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>31</b>
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	31
<b>3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>31</b>
3.4.1. DETERMINAR EL NIVEL DE RUIDO GENERADO POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE JULIACA - 2023	32
3.4.2. DETERMINAR EL NIVEL DE RUIDO DESPUÉS DE IMPLEMENTAR EL JARDÍN VERTICAL, JULIACA-2023	34
<b>3.5. DISEÑO Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	<b>36</b>
<b>3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>37</b>

### **CAPÍTULO IV**

#### **EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

<b>4.1. NIVEL DE EFICIENCIA DEL JARDÍN VERTICAL (HELXINE SOLEIROLII) EN LA REDUCCIÓN DE RUIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA – 2023</b>	<b>38</b>
<b>4.2. NIVEL DE RUIDO GENERADO POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE JULIACA – 2023.</b>	<b>43</b>
<b>4.3. NIVEL DE RUIDO DESPUÉS DE IMPLEMENTAR EL JARDÍN VERTICAL, JULIACA – 2023.</b>	<b>47</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>51</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>57</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Estándar nacional de calidad ambiental para ruido	26
<b>Tabla 02:</b> Ubicación de los puntos de monitoreo	33
<b>Tabla 03:</b> Operacionalización de variables	37
<b>Tabla 04:</b> Eficiencia del jardín vertical (Helxine soleirolii) en la reducción de ruido – Plaza de armas de Juliaca	39
<b>Tabla 05:</b> Eficiencia del jardín vertical (Helxine soleirolii) en la reducción de ruido – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”	41
<b>Tabla 06:</b> Nivel de ruido pre implementación de jardines verticales – Plaza de armas de Juliaca	44
<b>Tabla 07:</b> Nivel de ruido pre implementación de jardines verticales – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”	45
<b>Tabla 08:</b> Nivel de ruido post implementación de jardines verticales – Plaza de armas de Juliaca	47
<b>Tabla 09:</b> Nivel de ruido post implementación de jardines verticales – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Helxine soleirolii	25
<b>Figura 02:</b> Ubicación de la zona en estudio	30
<b>Figura 03:</b> Ubicación de los puntos de muestreo	31
<b>Figura 04:</b> Procedimiento para el desarrollo de la investigación	32
<b>Figura 05:</b> Procedimiento de medición de ruido pre y post implementación del jardín vertical	34
<b>Figura 06:</b> Características del jardín vertical	35
<b>Figura 07:</b> Eficiencia del jardín vertical (Helxine soleirolii) en la reducción de ruido – Plaza de armas de Juliaca	40
<b>Figura 08:</b> Eficiencia del jardín vertical (Helxine soleirolii) en la reducción de ruido – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”	42
<b>Figura 09:</b> Nivel de ruido promedio (dB) pre implementación de jardines verticales – Plaza de armas de Juliaca	44
<b>Figura 10:</b> Nivel de ruido promedio (dB) pre implementación de jardines verticales – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”	46
<b>Figura 11:</b> Nivel de ruido promedio (dB) pre y post implementación de jardines verticales – Plaza de armas de Juliaca	48
<b>Figura 12:</b> Nivel de ruido promedio (dB) pre y post implementación de jardines verticales – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	58
<b>Anexo 02:</b> Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido según ECA de Ruido D. S. 085 2003-PCM	60
<b>Anexo 03:</b> Panel fotográfico	61
<b>Anexo 04:</b> Calibración del sonómetro	63

## RESUMEN

El estudio se realizó en la ciudad de Juliaca durante el año 2023 y tuvo por objetivo determinar el nivel de eficiencia de un jardín vertical (*Helxine soleirolii*) en la reducción de ruido. Se aplicó una metodología analítica con un diseño cuasi experimental, y la medición de los niveles de ruido se realizó en dos puntos de monitoreo: Plaza de Armas de Juliaca y Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas” durante una semana en los horarios de 8:00, 13:00 y 16:00 hrs considerando el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental y utilizando un sonómetro marca RION modelo NL-42. Los resultados mostraron que el nivel de eficiencia del jardín vertical en la reducción de ruido fue de 15 %, con valores de 51 a 53 dB pre implementación, y 46 a 47 dB , con una diferencia de 7 dB, posterior a la implementación del jardín vertical al 100 %, similar a los resultados obtenidos por Coa (2021), quien determinó que el jardín vertical disminuye el ruido ambiental vehicular, de 73.4 dB pre instalación a 64.7 dB post instalación, con un promedio de atenuación sonora de 7.43 dB. Así mismo, Rojas (2021), identificó que *Helxine soleirolii* ocupó el puesto 11 de 15 especies vegetales mitigadoras de ruido, y presentó una reducción de 5.7 dB. Ccepaya (2018), determinó que *Helxine soleirolii* presentan una eficiencia de reducción de ruido entre de 3 a 7 dB y que el follaje es un factor influyente en la atenuación del ruido, pues Aranda & Sanchez (2022) redujeron 13.32 dB durante la primera semana, y 22 dB en la sexta semana de crecimiento de las plantas de un jardín vertical. En conclusión, el jardín vertical (*Helxine soleirolii*) constituye una medida complementaria, sostenible y ecológica para reducir la contaminación acústica hasta en un 15 %.

**Palabras clave:** Eficiencia, *Helxine soleirolii*, Jardín vertical, Ruido.

## ABSTRACT

The study was conducted in the city of Juliaca during the year 2023 and its objective was to determine the level of efficiency of a vertical garden (*Helxine soleirolia*) in noise reduction. An analytical methodology with a quasi-experimental design was applied, and noise levels were measured at two monitoring points: Juliaca Main Square and the "José Antonio Encinas" School Unit during one week at 8:00, 13:00 and 16:00 hrs, considering the National Environmental Noise Monitoring Protocol and using a RION model NL-42 sound level meter. The results showed that the level of efficiency of the vertical garden in noise reduction was 15%, with values of 51 to 53 dB pre-implementation, and 46 to 47 dB, with a difference of 7 dB, after the implementation of the vertical garden at 100%, similar to the results obtained by Coa (2021), who determined that the vertical garden reduces vehicular ambient noise, from 73.4 dB pre-installation to 64.7 dB post-installation, with an average sound attenuation of 7.43 dB. Likewise, Rojas (2021), identified that *Helxine soleirolia* ranked 11th out of 15 noise mitigating plant species, and presented a reduction of 5.7 dB. Ccepaya (2018), determined that *Helxine soleirolia* present a noise reduction efficiency between 3 to 7 dB and that the foliage is an influential factor in noise attenuation, as Aranda & Sanchez (2022) reduced 13.32 dB during the first week, and 22 dB in the sixth week of growth of plants in a vertical garden. In conclusion, the vertical garden (*Helxine soleirolia*) constitutes a complementary, sustainable and ecological measure to reduce noise pollution by up to 15%.

**Keywords:** Efficiency, *Helxine soleirolia*, Noise, Vertical garden.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la contaminación acústica representa un problema mundial que afecta la salud a nivel físico y mental, además de comprometer la educación y el empleo debido a los impactos en la audición. A nivel nacional, la mayor fuente de contaminación sonora es el tránsito vehicular, así, en la región Puno, las camionetas rurales de servicio de transporte son las unidades vehiculares que mayor ruido generan (Quispe et al., 2021). Por su parte, en la ciudad de Juliaca se han registrado cantidades considerables de vehículos que emiten ruidos que sobrepasan los valores establecidos por el ECA (Norabuena & Shiguay, 2022).

Esta situación también se evidencia en estudios previos, como la investigación realizada por Samamé & Zúñiga (2020), quien obtuvo que debido al tráfico vehicular los valores de LAeqT en 4 zonas de estudio se encuentran por encima de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental en zonas Residenciales, por lo cual propuso la implementación de barreras acústicas para amortiguar el ruido. Así mismo, Norabuena & Shiguay (2022) indican que el muro vertical con plantas constituye una excelente opción para reducir el ruido. De igual manera, Ccepaya (2018), determinó que las plantas ornamentales *Aptenia cordifolia* y *Helxine soleirolii* funcionan como barreras para la minimización de ruido. Por lo cual, se estableció la siguiente hipótesis: El jardín vertical con *Helxine soleirolii* reduce los niveles de ruido en la ciudad de Juliaca - 2023.

En el presente estudio, se consideraron dos variables principales: el jardín vertical y el ruido. El jardín vertical se caracteriza por su disposición vertical, el cual puede estar compuesto de concreto o formarse de manera natural, y tiene como objetivo proporcionar soporte a los arbustos que actúan como barreras acústicas para la reducción del ruido (Paz, 2020). Por otro lado, el ruido se define como una perturbación del sonido que puede causar problemas de salud como estrés, insomnio, vértigo, distracción y pérdida de concentración (Coa, 2021).

El estudio se estructuró en cuatro capítulos: el primer capítulo aborda el planteamiento del problema, los antecedentes y los objetivos; el segundo capítulo presenta el marco

teórico y conceptual, así como la hipótesis de la investigación; el tercer capítulo describe la metodología empleada; y el cuarto capítulo expone y analiza los resultados obtenidos. El estudio concluye con las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La contaminación acústica, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es uno de los factores ambientales que provoca más problemas de salud. Según la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA), el ruido causa 12 000 muertes prematuras y 48 000 nuevos casos de cardiopatía isquémica al año (Iberdrola, 2023). Así mismo, se registra que más de 1 000 millones de personas de edades comprendidas entre los 12 y los 35 años corren el riesgo de perder la audición debido a la exposición prolongada y excesiva a música fuerte y otros sonidos recreativos, lo que puede acarrear consecuencias devastadoras para la salud física y mental, educación y perspectivas de empleo (OMS, 2022).

En el Perú, las principales fuentes generadoras de ruido ambiental son el tránsito vehicular, las actividades industriales, de comercio y de ocio, las empresas y construcciones; específicamente en los distritos de Lima y Callao durante el año 2019, se registró que de 131 mediciones realizadas en zonas comerciales, 118 superan el ECA de ruido para dicha zonificación (MINAM, 2020).

En la región Puno, las unidades vehiculares que mayor ruido causan son las camionetas rurales de servicio de transporte, denominadas comúnmente como combis, de ahí que identifica cuantitativamente que existe arterias de la región muy diferentes a otras, respecto a la contaminación sonora (Quispe et al., 2021). La ciudad de Juliaca no es ajena a esta problemática, puesto que, con el crecimiento de la población se ha



incrementado el número de vehículos que generan ruidos que sobrepasan el ECA (Norabuena & Shiguay, 2022).

### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es el nivel de eficiencia de un jardín vertical (*Helxine soleirolii*) en la reducción de ruido en la ciudad de Juliaca - 2023?

### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es el nivel de ruido generado por el parque automotor en la ciudad de Juliaca – 2023?
- ¿Cuál será el nivel de ruido después de implementar el jardín vertical, Juliaca – 2023?

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Norabuena & Shiguay (2022), en su estudio simularon el ruido vehicular y registraron la presión sonora en tres distancias 1 m, 3 m y 5 m con la barrera acústica que constó de un jardín vertical ornamental de 2.5 m de largo por 2.5 m de alto al 60 % y 100 % de cantidad de plantas *Portulaca Umbraticola* y *Pilea Microphyllia*, de manera diaria por el periodo de un mes con un sonómetro digital no integrador tipo 2. Los resultados obtenidos en ANOVA definieron que la distancia tiene predominancia en la atenuación del ruido, y determinaron que existe una buena atenuación a una distancia de 3 metros, así mismo, determinaron que los datos evaluados en cada semana no tienen injerencia en la atenuación del nivel de ruido y se puede afirmar que cuando se coloca la barrera acústica de jardín vertical al 60 % y 100 % a tres metros tiene una mayor atenuación y efectividad para ser utilizada como barrera acústica. Concluyeron que la barrera acústica de jardín vertical al 100% es más efectiva para disminuir el ruido. Además, señalaron que este tipo de muro vertical no solo sirve para mitigar el ruido, sino también para sensibilizar a las personas sobre la importancia de controlar la contaminación acústica.

Aranda & Sanchez (2022), determinaron la eficiencia de la cubierta vegetal con plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* para reducir el ruido. En la investigación de

metodología aplicada, cuantitativa y cuasi experimental, realizaron el monitoreo de ruido dentro de un prototipo de vivienda y se construyó e instaló un jardín vertical con 120 plantas *Aptenia cordifolia* y 110 plantas *Plectranthus verticillatus* en la pared de la vivienda, posteriormente realizaron mediciones a una distancia de 2 metros de la cubierta vegetal durante el crecimiento de las plantas en 6 semanas. Informan que, en su investigación, la cobertura vegetal redujo el nivel de ruido constante de 89.6 dB en 13.32 dB durante la primera semana y tuvo una reducción significativa de 22 dB en la sexta semana. Concluyeron que la altura y el área foliar de las plantas influyen en la eficacia de la atenuación del ruido.

### **1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Samamé & Zúñiga (2020), encontraron que los niveles de LAeqT medidos en las cuatro zonas de estudio superan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido en zonas residenciales. Concluyeron que las barreras acústicas presentes en el área de estudio son efectivas en la reducción del ruido y que el tráfico vehicular tiene un impacto acústico negativo en los receptores. nte el método de la barrera acústica vertical en tres puntos de mayor tránsito vehicular en la localidad de Santa Eulalia. Se realizó la medición a dos metros de la barrera acústica cuya medida fue de 2 m x 2m. Se encontró un nivel de presión sonora máximo de 73.4 dB pre instalación de barreras y un mínimo de 64.7 dB post instalación y un promedio de atenuación sonora en el punto N° 2 de 7.43 dB, lo que indica una mayor eficacia en la reducción del ruido en comparación con los puntos N° 1 (1.4 dB) y N° 3 (2.5 dB). Estos resultados demuestran que las barreras acústicas verticales son efectivas en la absorción del sonido.

Rojas (2021), en su estudio de revisión, identificó 15 especies vegetales mitigadoras de ruido, de las cuales, la combinación de *Aptenia cordifolia* 3 (Roció) con *Delosperma cooperi* (Alfombra Rosa) logran una reducción de hasta 31 dB cuando se implementan en una barrera viva, mientras que el árbol *Salix* (Sauce) reduce hasta 30 dB. Sin embargo, *Helxine soleirolii* (Lagrimitas) ocupa el puesto 11 y se registró un valor de mitigación máximo de 5.7 dB. Así mismo, se determinó que las paredes verdes son una buena

opción como barreras acústicas para viviendas y oficinas puesto que solo requieren de un espacio vertical, en cambio las barreras vivas son ideales para terrenos con mayor extensión.

Zeballos & Román (2020), utilizaron la especie *Aptenia cordifolia* en sistemas de cobertura para protección de ruido por sus características de rápido crecimiento y bajo requerimiento hídrico. Se construyeron dos estructuras metálicas de 136 por 175 cm y 105 por 175 cm y de espesor 5 cm en ambos casos. Se registró un nivel de ruido máximo de 72,5 dB pre implementación y de 54.9 dB post implementación. Los resultados indican una reducción promedio en el horario diurno de  $2,593 \pm 0,47$  y en horario nocturno de  $5,38 \pm 0,19$  en ambos casos significativo ( $p\text{-valor} < 0,05$ ), sin embargo, no se cumple con lo indicado en los ECA's. Concluyeron que la especie *Aptenia cordifolia*, fue eficaz como aislante de ruido.

Ccepaya (2018), evaluó la eficiencia de las plantas ornamentales *Aptenia cordifolia* y *Helxine soleirolii* como barreras contra el ruido. Las mediciones se realizaron bajo condiciones controladas a 3 m, 5 m y 7 m de la fuente del ruido continuo de 75 dB. Los resultados mostraron que la reducción de ruido con *Aptenia cordifolia* a una distancia de 7 metros y con el 100 % del follaje es de 7.35 dB, con el 86 % se reducen 5.46 dB y con el 71 % se reducen 3.94 dB, mientras que con la especie *Helxine soleirolii* a una distancia de 7 metros, al 100 % de follaje se reducen 5.7 dB, al 86 % se reducen 5.46 dB y al 71 % se reducen 3.94 dB. Concluyendo que las plantas ornamentales *Aptenia cordifolia* y *Helxine soleirolii* presentan una eficiencia de reducción de ruido entre de 3 a 7 dB y que las características como el follaje es un factor influyente en la reducción del ruido.

Delgadillo (2018), empleó las especies *Jacobaea maritima* y *Aptenia cordifolia* para la reducción de ruido mediante barreras vegetales. Aplicó 4 tratamientos de caracteres experimental cuantitativo. Los resultados en la medición de acústica fueron los siguientes: en la barrera sin cobertura vegetal, la atenuación acústica fue de 6.07 dBA, mientras que en la barrera con cobertura de *Jacobaea maritima*, la atenuación acústica fue de 8.69

dBA, en la barrera con cobertura de ambas especies, la atenuación acústica fue de 11.85 dBA, y en la barrera con cobertura de *Aptenia cordifolia*, la atenuación acústica fue de 13.5. Concluyó que, *Aptenia cordifolia* presentó mayor nivel de atenuación de ruido debido a que se caracterizó por presentar mayor área foliar generando la absorción, difracción y refracción del sonido.

### **1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Quispe et al. (2021) determinaron el impacto de la contaminación sonora en la salud de los pobladores de la ciudad de Juliaca, para ello midieron y compararon los niveles de ruido en tres zonas según los ECA, durante tres días a la semana, en horas puntas: 7:00 a 12:00 horas, 12:00 a 17 horas y de 17:00 a 22:00 horas. Los resultados fueron los siguientes, turno mañana: Mercado San José: 81.07 dB, Mercado Túpac Amaru: 70.27 dB, Centro Comercial 2: 68.57 dB. Turno tarde: Mercado Túpac Amaru: 70.87 dB, Centro Comercial 2: 68.40 dB, Mercado San José: 69.47 dB. Turno noche: Centro Comercial 2: 72.17 dB, Mercado Túpac Amaru: 71.13 dB, Mercado San José: 70.47 dB. Se estableció la existencia de contaminación sonora de 66.77 dB que supera el nivel máximo de 55 dB.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el nivel de eficiencia de un jardín vertical (*Helxine soleirolii*) en la reducción de ruido en la ciudad de Juliaca - 2023.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el nivel de ruido generado por el parque automotor en la ciudad de Juliaca – 2023.
- Determinar el nivel de ruido después de implementar el jardín vertical, Juliaca - 2023.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. CONTAMINACIÓN POR RUIDO

A lo largo de la historia, la evolución tecnológica impulsada por las necesidades humanas ha conducido al desarrollo de numerosos dispositivos y maquinaria que generan ruido. A medida que estos inventos han avanzado, el nivel de emisión acústica de los mismos ha aumentado, provocando un impacto significativo en el ecosistema (Gómez, 2019).

En un entorno natural, los niveles de ruido suelen estar por debajo de los límites máximos permisibles, siempre que no haya interferencias externas. No obstante, cuando se introducen fuentes de ruido artificial, el impacto en el medio ambiente y en la salud humana puede variar significativamente. En contextos urbanos, el ruido predominante suele ser generado por el tráfico vehicular. Este tipo de ruido puede intensificarse debido a la congestión vehicular, así como por la proximidad a instalaciones educativas, laborales u otras fuentes de actividad humana. Las consecuencias de la exposición prolongada al ruido urbano incluyen problemas de salud como la pérdida auditiva y el estrés. La gestión y regulación del ruido es, por tanto, una consideración importante para proteger la salud auditiva y el bienestar (E. Diaz & Mass, 2022).

##### 2.1.2. RUIDO

El ruido continuo también puede originarse en entornos naturales; Sin embargo, este tipo de ruido no siempre es perjudicial, siempre y cuando los niveles de intensidad sean bajos. En contraste, el ruido generado por equipos creados por el ser humano, como los motores de combustión interna de automóviles, ventiladores, compresoras, entre otras.

En su mayoría los equipos a combustión generan ruidos que sobrepasan los límites máximos permitidos (Timaná, 2017).

- **Ruido Intermitente:** El ruido intermitente se caracteriza por variaciones bruscas en la frecuencia y el nivel del sonido. Las fuentes mecánicas, como maquinaria o motores, suelen generar ruido continuo que puede ser monitoreado y controlado de manera sistemática durante cada ciclo de operación. En contraste, el ruido intermitente puede surgir de eventos ocasionales como el paso de un autobús, un avión, o fenómenos naturales como rayos y truenos. Durante el monitoreo acústico, es esencial registrar cualquier anomalía en la frecuencia y el ciclo del ruido intermitente, anotando los eventos relevantes y sus características en un cuaderno de notas. Esta documentación es crucial para una evaluación (Tello, 2020).
- **Ruido Impulsivo:** El ruido impulsivo se caracteriza por sonidos de corta duración y alta intensidad, como los producidos por golpes, explosiones o disparos de armas. Los ejemplos incluyen el impacto de un martillo, el funcionamiento de una troqueladora o el disparo de un rifle. Este tipo de ruido se manifiesta de manera rápida y repentina. Para una correcta interpretación del ruido impulsivo durante el monitoreo, es fundamental registrar detalladamente las anomalías observadas. Se debe anotar cualquier evento que pueda causar aumentos significativos en los niveles de decibelios, así como la hora y el lugar en que ocurren estos aumentos. Esta información es crucial para evaluar adecuadamente el impacto del ruido impulsivo y para implementar medidas de control efectivas (Tello, 2020).

### **2.1.3. RUIDO AMBIENTAL**

El ruido ambiental es el que se percibe en el exterior y está causado por las actividades humanas. Se refiere al sonido indeseable, perjudicial o tóxico producido por la actividad humana (Chanduvi, 2021). A continuación, se describe 4 fuentes de ruido ambiental:

#### **a) Fijas Puntuales**

Los ruidos puntuales se producen en ubicaciones y momentos específicos. Un ejemplo es el ruido generado por el tráfico vehicular en las mañanas y al mediodía en las

proximidades de colegios y escuelas, cuando los padres transportan a sus hijos hacia y desde los centros educativos (MINAM, 2021).

b) Fijas zonales o de área

Estas zonas, previamente definidas, son áreas específicas donde se puede monitorizar de manera constante la contaminación acústica. En estos lugares, se puede evaluar el impacto del ruido, medir el nivel de decibelios y determinar los horarios de máxima y mínima intensidad sonora. Ejemplos típicos de tales zonas incluyen industrias y empresas, donde el ruido producido es regular y constante (Silva, 2022).

c) Móviles detenidos

Los medios de transporte generan ruido incluso cuando están detenidos. Por ejemplo, los trenes utilizan el claxon para indicar que están a punto de partir o para calentar el motor. En el caso de las combis, los cobradores emiten anuncios para llamar a los pasajeros. Además, algunos vehículos modernos emplean parlantes para emitir mensajes, lo que incrementa el nivel de ruido. El uso inapropiado del claxon también contribuye a la contaminación acústica (Alpaca, 2022)

d) Móviles Lineales

Las fuentes de ruido móviles lineales se caracterizan por seguir una trayectoria recta a una velocidad constante. Este tipo de movimiento produce un sonido constante que puede contribuir a la contaminación acústica. La intensidad del ruido generado varía según el medio de transporte, siendo los trenes y aviones los que típicamente emiten mayores niveles de sonido (Perez, 2019).

#### **2.1.4. SONÓMETRO**

El sonómetro es un instrumento empleado para la medición objetiva del ruido, proporcionando lecturas precisas de la presión acústica en decibelios (dB). Este dispositivo captura las ondas sonoras y las convierte en valores numéricos. La precisión de las mediciones depende en gran medida de la calibración y del modelo del sonómetro; una calibración inadecuada puede conducir a lecturas erróneas (Maulida et al., 2018).

Los sonómetros se clasifican en las siguientes categorías:

- Clase 0 (patrones): Utilizados en laboratorios y como referencia de alta precisión, con un margen de error de  $\pm 0.4$  dB.
- Clase 1 (precisión): Adecuados para mediciones de presión en campo con una precisión de  $\pm 0.7$  dB.
- Clase 2 (uso general): Destinados a mediciones generales en campo, con un margen de error de  $\pm 1.0$  dB.

### **2.1.5. JARDÍN VERTICAL**

Un jardín vertical se distingue por su disposición en una orientación vertical. Para lograr esta configuración, se utilizan diversos métodos de soporte, que pueden incluir estructuras de concreto, sistemas de riego con agua, o métodos naturales mediante el uso de árboles y arbustos. Otra técnica involucra el uso de estructuras metálicas que sirven para sostener las plantas. Es crucial seleccionar las especies vegetales adecuadas, ya que estas deben ser eficaces en la creación de una barrera acústica que reduzca la entrada de ruido, funcionando como un "muro" vegetal que atenúa el sonido (Paz, 2020).

### **2.1.6. IMPACTO AMBIENTAL DEL JARDÍN VERTICAL**

Los jardines verticales ofrecen beneficios significativos en los entornos urbanos y representan estrategias sostenibles para mejorar la calidad del entorno. Contribuyen a la mejora de las condiciones ambientales al reducir los niveles de dióxido de carbono, aumentar la concentración de oxígeno, y elevar la humedad atmosférica. Además, actúan como barreras contra el viento y proporcionan hábitats para diversas especies de fauna. En consecuencia, los jardines verticales son herramientas efectivas para la revitalización y el reverdecimiento de los espacios urbanos (Beltrán, 2023).

Según Arias (2022) los jardines verticales generan los siguientes beneficios en el aspecto ambiental:

- a) Purificación del aire: una fachada vegetal contribuye a la filtración de las partículas en el aire, pues 1 m<sup>2</sup> extrae 2.3 kg de CO<sub>2</sub> al año y genera 1.7 kg de oxígeno.



- b) Reducción de la temperatura ambiente: las plantas absorben la luz solar, el 50 % es absorbido y el 30 % es reflejado, creando climas más fríos y agradables, llegando a reducir hasta un 3 % de la temperatura de la ciudad.
- c) Crea una barrera resistente al fuego: con un muro vegetal se crea una capa natural resistente al fuego, debido a que las plantas contienen una gran cantidad de humedad.
- d) Aumenta la biodiversidad: promueven el hábitat de aves, mariposas e insectos, especialmente en un entorno urbano con prevalencia de fabricaciones de hormigón y asfalto.
- e) Reserva de agua de lluvia: un muro vegetal absorbe el agua de lluvia mediante las plantas u el sustrato, reduciendo la carga máxima del sistema de alcantarillado y mitigando el riesgo de inundaciones.

### **2.1.7. TIPOS DE JARDINES VERTICALES**

#### a) Macetas de madera

Las macetas de madera son recipientes utilizados para el cultivo de plantas, hierbas y otras especies vegetales. Su diseño permite la colocación en diversas ubicaciones, adaptándose a diferentes espacios debido a su portabilidad y flexibilidad. La facilidad de movimiento y ajuste de estas macetas se debe a su tamaño y estructura, lo que facilita su integración en configuraciones de jardines verticales (Comaudi, 2020).

#### b) Estructuras para soportar múltiples macetas

Para poner cualquier objeto en cualquier lugar se tiene que tener un soporte donde se pueda colocar y esté sujeto a una maceta. La estructura tiene que ser de un material resistente capaz de sostener un peso determinado (Comaudi, 2020).

#### c) Pared de Cultivo

Las estructuras diseñadas para soportar múltiples macetas proporcionan el soporte necesario para fijar y asegurar estos recipientes en posiciones verticales. Estas estructuras deben estar fabricadas con materiales robustos y resistentes, capaces de soportar el peso combinado de las macetas y las plantas que contienen. La selección del

material y el diseño de la estructura son cruciales para garantizar la estabilidad y durabilidad del sistema de jardinería vertical (Comaudi, 2020).

### **2.1.8. BENEFICIOS DE LOS JARDINES VERTICALES**

La incorporación de áreas verdes en entornos urbanos, como los jardines verticales, ofrece múltiples beneficios. En primer lugar, contribuyen a la mitigación del cambio climático al capturar dióxido de carbono y liberar oxígeno. Además, actúan como aislantes acústicos, reduciendo el ruido en las ciudades. Los jardines verticales también promueven un ambiente armonioso, favoreciendo el bienestar de los residentes, y proporcionan hábitats para diversas especies animales. Un beneficio adicional menos discutido es la capacidad de estos jardines para disminuir las temperaturas locales, contribuyendo así al enfriamiento urbano (Ccepaya, 2018). Los beneficios del jardín vertical son los siguientes:

- Producción de oxígeno y consumo de CO<sub>2</sub>
- Disminución de polvo
- Crea armonía
- Sirve como aislante de ruido
- Sirve como hogar de diferentes insectos, animales
- Variación de la incidencia del viento

### **2.1.9. PLANTAS ORNAMENTALES**

Las plantas ornamentales complementan el medio en el que se encuentran, estos adornos pueden ser de todos los colores de acuerdo al gusto de cada persona, se pueden encontrar en jardines, muros, fachadas, oficinas u otros. Al colocar las plantas resaltan cada una de su característica que tiene como color, sabor, olor, forma.

### **2.1.10 CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS ORNAMENTALES**

Las plantas ornamentales hacen resaltar un lugar determinado (Guamán, 2015). Presentan las siguientes características:

- Aceites volátiles de aroma agradable
- Hojas o brácteas

- Facilidad para hacer setos
- Porte llamativo
- Flores vistosas

Las plantas o ramas pueden ser con espinas o sin espinas, y ser usados como cercos o solo como adornos.

#### **2.1.11. TIPOS DE PLANTAS ORNAMENTALES**

- Árboles y arbustos: se caracterizan por adornar un espacio verde. Dado que el resto de los elementos móviles del jardín pueden disponerse a su alrededor, aportan altura y estructura. El resto de elementos móviles del jardín pueden disponerse a su alrededor (Falcón, 2016).
- Acuáticas: por ser una planta también es un decorativo, que mejora el ambiente dentro y fuera de una casa (Guamán, 2015).
- Anuales: esta variedad de plantas es única porque completa todo su ciclo vital en un año, lo que significa que germina, florece y muere en el mismo año. En esta época del año, germinan, florecen y luego se marchitan. Con frecuencia ofrecen salpicaduras de colores vivos a los interiores (Mendarte et al., 2021).
- Céspedes: estas plantas mayormente se encuentran como decoraciones de pisos, en jardines, cocheras, o centro de recreaciones. La altura será de acuerdo a la utilización que se le dará (Norabuena & Shiguay, 2022).
- Trepadoras: por un lado, hay plantas que tienen flores. Las flores pueden ser de colores o blancas (Comaudi, 2020).

#### **2.1.12. HELXINE SOLEIROLII**

Plantas diminutas y de hojas perenne de gran crecimiento tapizante que le dan un aspecto encantador, denso y compacto al lugar de sembrío llegando a formar alfombras verdes (Ccepaya, 2018).

- Familia: Urticaceae
- Nombre común: Lágrimas de ángel
- Clima: tropical, subtropical y templado

- Altura de planta: 15 cm
- Hoja: perenne



**Figura 01:** *Helxine soleirolii*

### **2.1.13. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DE RUIDO**

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el ruido son herramientas regulatorias que establecen los niveles máximos de ruido permitidos en un entorno dado. Estos estándares definen los umbrales de ruido que no deben ser excedidos, considerando factores como la altura del bloqueo sonoro y las zonas horarias. En Perú, los ECA están regulados por la Resolución Ministerial 085-2003 PCM, que establece parámetros específicos para proteger la salud humana y garantizar la seguridad ambiental (MINAM, 2003).

**Tabla 01:** Estándar nacional de calidad ambiental para ruido

Zonas de Aplicación	Valores expresados en LAeqT	
	Horario Diurno 7:01 – 22:00	Horario Nocturno 22:01 – 07:00
Zona de Protección Ambiental	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

a) Zona de protección especial

Son aquellas áreas de elevada sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que necesitan una protección especial contra el ruido, en donde se localizan establecimientos de salud, establecimientos educativos, asilos y orfanatos.

b) Zona Residencial

Es un área autorizada por el gobierno local para el uso identificado con viviendas o residencias, las que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales.

c) Zona Comercial

Es el área autorizada por el gobierno local para la realización de actividades comerciales y de servicios.

d) Zona Industrial

Es el área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales.

#### 2.1.14. PARQUE AUTOMOTOR

Cuando se trata de la cantidad de automóviles en América Latina, Perú ocupa el penúltimo lugar en América Latina, superando sólo a Ecuador en cuanto a la cantidad de automóviles por habitante. Sólo Argentina, que ocupa el primer lugar, tiene un automóvil

por cada 7,4 personas; Perú tiene un automóvil por cada 54.7 personas (Aguilar et al., 2019).

En los últimos 20 años, los autobuses y minibuses han evolucionado hasta convertirse en el equivalente en material rodante de los antiguos prototipos de la antigüedad, capaces de transportar cargas de alimentos en sacos, cajas o fardos durante 30 o 40 años (Fernández & Malca, 2019).

## **2.2. MARCO NORMATIVO**

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Ruido D.S N° 085-2003-PCM.

Ley General Del Ambiente N°28611 en el Artículo 115° refiere que las autoridades sectoriales y gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos de las actividades domésticas, comerciales, y de fuentes móviles que se encuentran bajo su regulación.

Ley N° 27972 ley Orgánica de Municipalidades, en el artículo 80° menciona la función de las municipalidades distritales y provinciales para regular, controlar y fiscalizar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

## **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.3.1. JARDÍN VERTICAL**

Estructura de contención que consiste en un núcleo de suelo reforzado donde las solicitudes a las que se encuentra sometido son soportadas por geomallas (Comaudi, 2020).

### **2.3.2. PLANTA LÁGRIMAS DE ÁNGEL (HELXINE SOLEIROLII)**

De la familia Urticaceae a menudo se cultiva especialmente como planta de interior por sus pequeñas hojas redondas de tallo corto parecidas a musgo.

### **2.3.3. RUIDO**

Perturbación del sonido, las cuales originan problemas a la salud como el estrés, insomnio, vértigo, distracción y pérdida de concentración (Coa, 2021).

#### **2.3.4. SONÓMETRO**

Definido como dispositivo diseñado para medir el nivel de presión sonora, el cual está conformado de tres secciones principales: micrófono, amplificador e indicador del nivel de potencia (Chanduvi, 2021).

#### **2.3.5. PLANTA ORNAMENTAL**

Son agradables a la vista, y muchas de ellas poseen capacidad de mejorar la calidad del aire (Ccepaya, 2018).

#### **2.3.6. CONTAMINACIÓN POR RUIDO**

Presencia en el medio ambiente de los niveles de presión sonora de diversas fuentes emisoras del ruido, que provoca diversos daños en la calidad de vida, desarrollo de sus actividades de las personas o que genere impactos negativos sobre el entorno (Delgadillo, 2018).

#### **2.3.7. MONITOREO**

Medir y generar datos en forma programada de los parámetros que inciden o califican la calidad del entorno (Diaz, 2019).

#### **2.3.8. PARQUE AUTOMOTOR**

Número de unidades vehiculares registradas por los gobiernos estatales y municipales, conforme a el tipo de vehículo junto al servicio que presta, también de la producción y venta nacional de automotores (Riveros, 2022).

### **2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

El jardín vertical con *Helxine soleirolii* reduce los niveles de ruido en la ciudad de Juliaca - 2023.

#### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- El nivel de ruido generado por el parque automotor es alto (80 dB) en la ciudad de Juliaca - 2023.
- El nivel de ruido disminuye al implementar el jardín vertical, Juliaca - 2023.

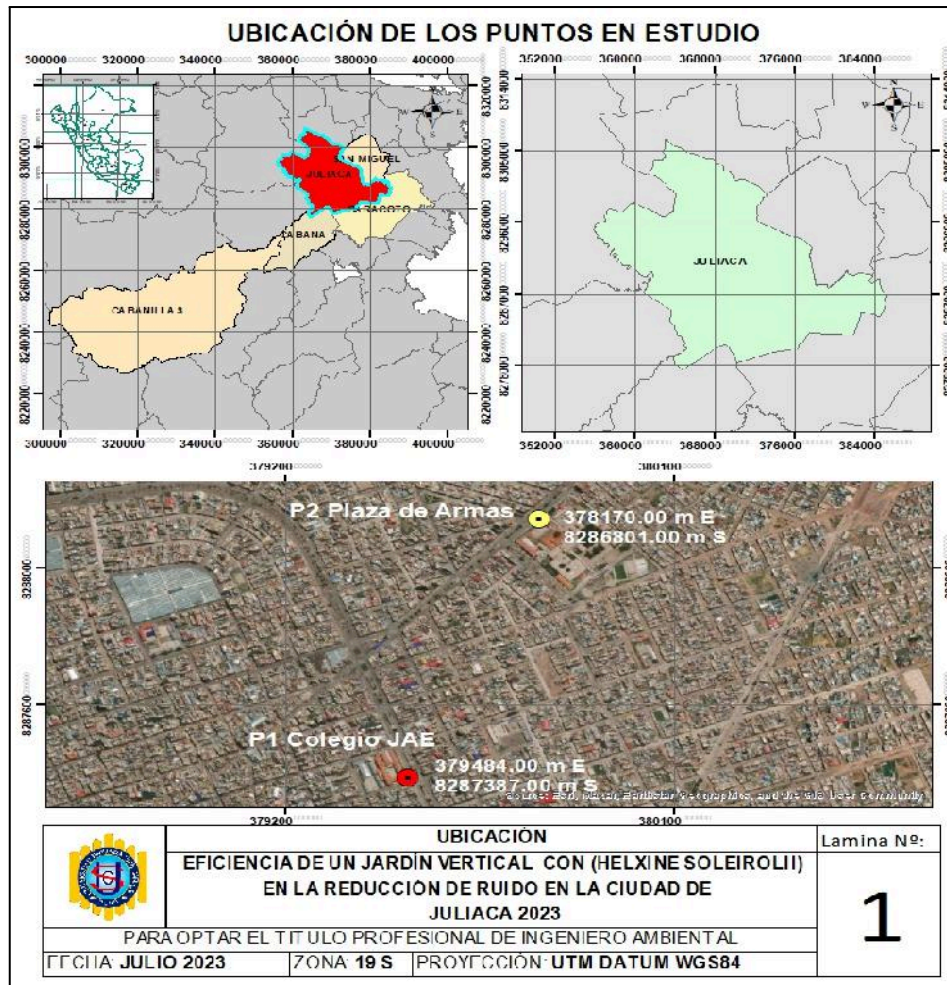
## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El colegio Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas” y la Plaza de armas de San Román se encuentran ubicados en Jr. Lambayeque 1 180 y Jr. Jáuregui N° 321 respectivamente, en el distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno, y presenta la siguiente ubicación geográfica: latitud sur  $15^{\circ}29'27''S$  y longitud Oeste de  $70^{\circ}07'37''O$ , a una altura 3 824 m.s.n.m.





**Figura 02:** Ubicación de la zona en estudio

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y la muestra estuvo constituida por P1 Plaza de Armas (Municipio) y P2 JAE (Jose Antonio Encinas) ubicado en el Jr. Huancané; donde se instaló el jardín vertical, estas fueron monitoreadas antes de la instalación de los jardines verticales y posterior a la instalación. Los puntos tuvieron como coordenadas UTM de 379484.00 m E y 8287387.00 m S, y se muestran en la siguiente figura:



**Figura 03:** Ubicación de los puntos de muestreo

### 3.3. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue analítico, ya que estudió las situaciones en términos de relación de sus componentes, buscó descubrir los elementos que componen cada totalidad y las interconexiones que den cuenta de su integración.

#### 3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue cuasi experimental, debido a que se manipuló deliberadamente la variable independiente para observar su efecto en una o más variables dependientes (Hernández & Mendoza, 2018).

### 3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

El estudio fue de método inductivo ya que se evaluó los niveles de presión sonora de la

fuentes de ruido con y sin la barrera acústica de jardín vertical con *Helix aspersa*. Los datos pre implementación del jardín fueron registrados de manera diaria durante una semana, posteriormente se efectuó la implementación del jardín vertical en un periodo de tiempo de un mes; y finalmente se realizó la medición de ruido post implementación del jardín vertical durante una semana, el proyecto se realizó en un aproximado de 2 meses. A continuación, se detalla los procedimientos seguidos en función a los objetivos de estudio.



**Figura 04:** Procedimiento para el desarrollo de la investigación

### 3.4.1. DETERMINAR EL NIVEL DE RUIDO GENERADO POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE JULIACA - 2023

La zona en estudio será caracterizada por el parque automotor.

#### a) Ubicación de los puntos de monitoreo

- Se consideró la dirección del viento.
- Se determinó 2 zonas de muestreo de cada punto, se registró las coordenadas para cada área representativa, las zonas se ubicaron considerando la fuente emisora y la ubicación del receptor.

- Los puntos a monitorear se ubicaron al interior de las instalaciones de cada punto, a fin de conocer cuánto ruido afecta a las personas que se encuentran en el lugar
- Empleando el sonómetro se efectuó la medición del ruido en los puntos 1 y 2 en horas punta: Mañana 8:00 am a 9:00 am y en la tarde de 1:00 pm a 2:00 pm y 4:00 a 5:00 pm.
- La evaluación de ruido se realizó en el periodo de una semana, procediendo a comparar los resultados con el ECA para ruido (Ver anexo 2).

**Tabla 02:** Ubicación de los puntos de monitoreo

Punto de monitoreo	Detalle	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
P1	Plaza de Armas de Juliaca (Municipio de la Provincia de San Román)	378188.80	8286792.50
P2	Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”	379400.00	8287390.70

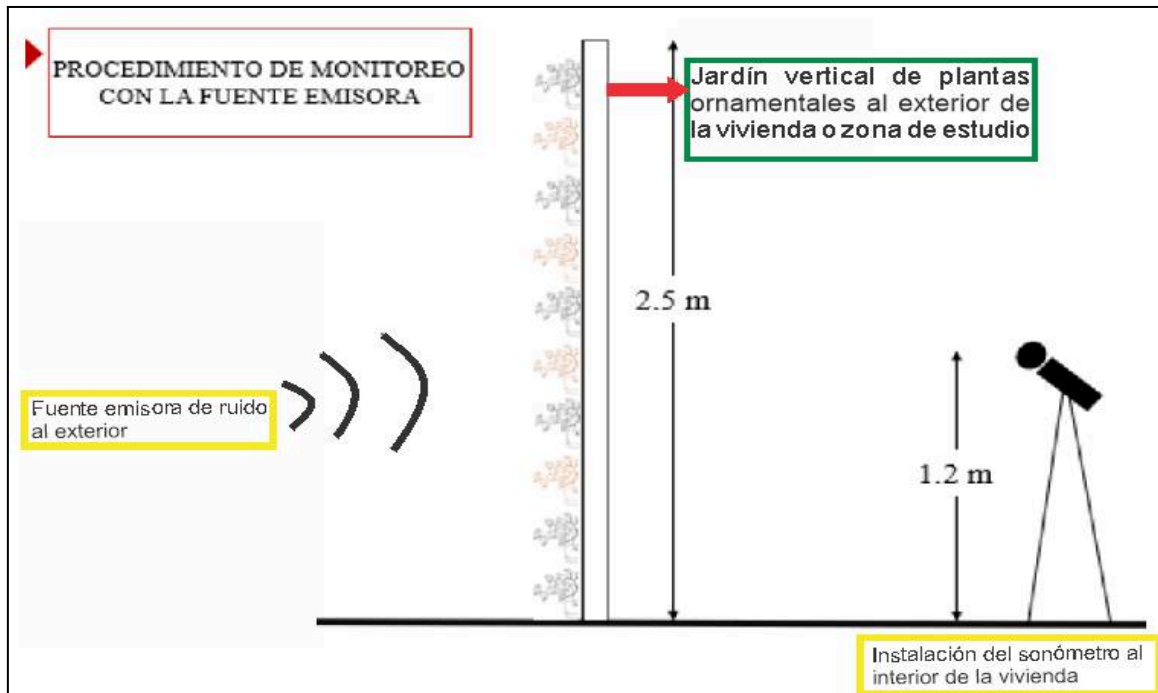
#### b) Instalación del Sonómetro

Para la instalación del sonómetro se consideró un lugar donde no pasen muchas personas que puedan interrumpir o alterar las mediciones.

- El sonómetro estuvo calibrado al momento de la instalación, y se ubicó a una altura de 1.5 m, además se consideró que el micrófono se encuentre en dirección a donde se realizó el monitoreo.
- Se empleó un anti viento a fin de evitar que el viento sea un factor que altere la medición.
- Se ejecutó el monitoreo en tiempos cortos de 15 minutos para evitar errores por inclemencias de la naturaleza.
- Se interrumpieron las mediciones ante la ocurrencia de condiciones meteorológicas como tormentas, granizo, lluvias, entre otros.

### c) Medición del ruido

- Como operador, se tuvo en cuenta prestar atención de manera continua a lo que marcó el registrador, a fin de conocer el comportamiento temporal, lo cual sirvió de ayuda para decidir acerca del tipo de ruido que se medirá.

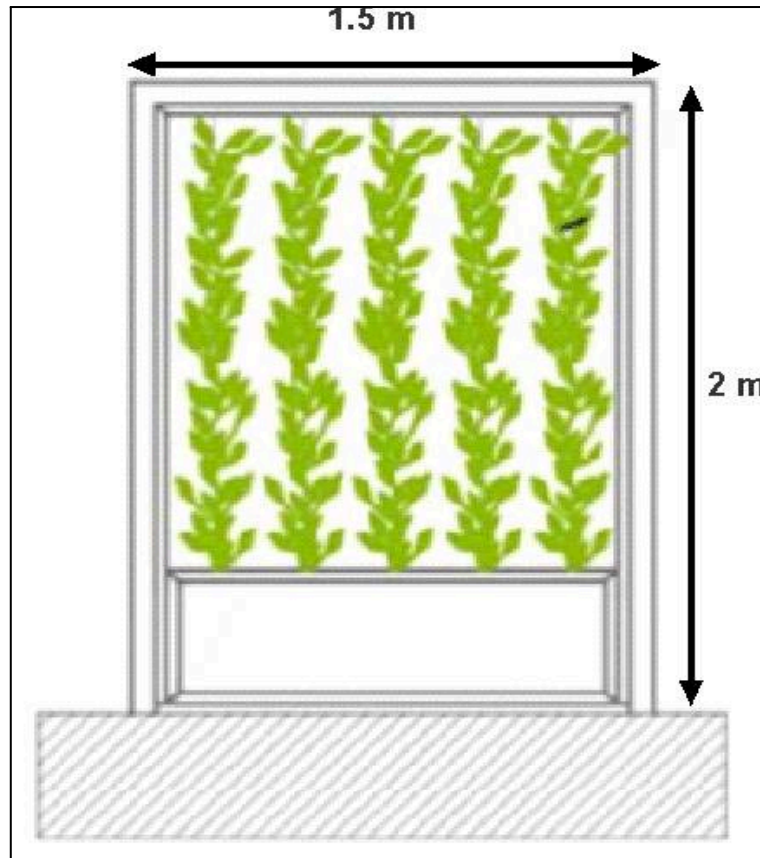


**Figura 05:** Procedimiento de medición de ruido pre y post implementación del jardín vertical

### 3.4.2. DETERMINAR EL NIVEL DE RUIDO DESPUÉS DE IMPLEMENTAR EL JARDÍN VERTICAL, JULIACA-2023

Para la implementación del jardín vertical se tomó en cuenta los estudios de (Chávez et al., 2021) y (Norabuena & Shiguay, 2022), la evidencia fotográfica de la implementación se observa en el Anexo 3.

- Se preparó los materiales para construir el jardín vertical: se construyó 3 barreras de madera de 2 m de alto y 1.5 m de ancho que sirvieron de soporte, tal como se presenta en la siguiente figura:



**Figura 06:** Características del jardín vertical

- La construcción de madera se forró con malla Raschel, la cual contó con bolsillos de aproximadamente de 15 cm x 15 cm para el soporte de las plántulas.
- Seguidamente, se colocó compost en los bolsillos de la malla.
- Se Implementó un aproximado de 140 plantas de la especie Helxine soleirolii.
- Se realizó el riego de las plantas una vez por semana, y el cuidado respectivo por un promedio de un mes.
- Una vez alcanzado el máximo follaje de los jardines verticales se procedió a realizar la instalación al exterior de las instalaciones del colegio Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas” y de la Municipalidad de San Román.
- Se procedió a realizar la medición de ruido posterior a la implementación del jardín vertical, durante una semana en tiempos de mañana, mediodía y tarde.
- La medición del ruido se realizó considerando el protocolo nacional de monitoreo de ruido MINAM N°227-2013.

- Se realizó el cálculo de eficiencia de la implementación del jardín vertical aplicando la siguiente fórmula: (Auccatinco, 2021):

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{Ci - Cf}{Ci} * 100$$

**Donde:**

Ci = Concentración inicial de ruido (pre)

Cf = Concentración final de ruido (post)

### 3.5. DISEÑO Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la contratación de la hipótesis se aplicó la prueba t-Student, diseñada para examinar diferencia entre grupos independientes que cuenten con una distribución normal y homogénea entre las varianzas y conocer los valores de significancia de la prueba, de acuerdo con la hipótesis nula y alterna, a fin de demostrar que existe diferencia entre las medias de las muestras y se calculó el valor de  $P=0.05$ , ya que se trabajó con un 95% de confiabilidad, mostrando el grado de libertad (gl) y la significancia (Sig. Bilateral), considerando el siguiente

- Criterio para determinar normalidad

$P \geq \alpha$ , aceptamos la  $H_0$

$P < \alpha$ , aceptamos la  $H_1$

- Criterio para determinar si hay diferencia significativa

Si la probabilidad obtenida  $P \leq \alpha$ , se rechaza  $H_0$

Si la probabilidad obtenida  $P > \alpha$ , no se rechaza  $H_0$

### 3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 03:** Operacionalización de variables

<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Categorías y valores</b>
V.I Jardín vertical (Helxine soleirolii)	Planta ornamental:	Porcentaje de reducción de ruido	%	Zona de Protección especial: 50dB Zona Residencial: 60 dB
V.D Ruido generado por parque automotor	Nivel de Ruido	Decibeles ECA de Ruido D. S. N 085 2003-PCM	dB	Zona Comercial: 70 dB Zona Industria: 80 dB



## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. NIVEL DE EFICIENCIA DEL JARDÍN VERTICAL (HELXINE SOLEIROLII) EN LA REDUCCIÓN DE RUIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA – 2023

En cumplimiento del objetivo general de la presente investigación, se calculó la eficiencia del jardín vertical de *Helxine soleirolii* para disminuir los niveles de ruido, mediante la aplicación de la siguiente fórmula propuesta por (Auccatinco, 2021):

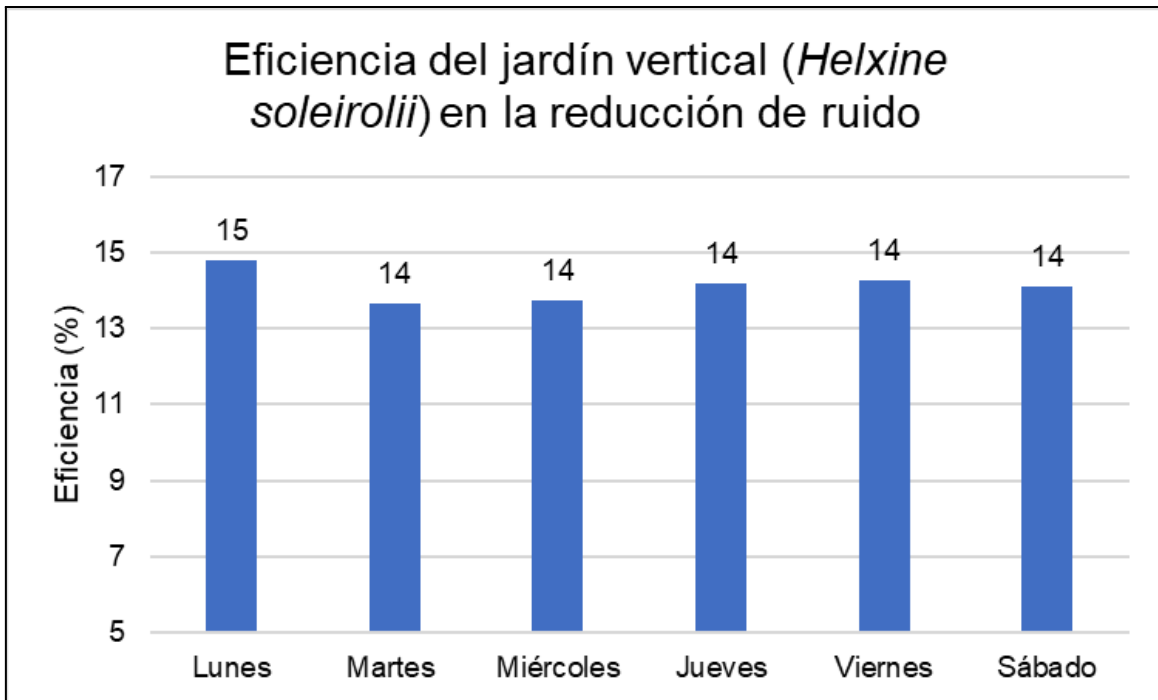
$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{Ci - Cf}{Ci} * 100$$

A continuación, se presenta el resultado de la eficiencia de reducción de ruido (%) en el punto de monitoreo ubicado en la plaza de armas de Juliaca, durante el periodo de estudio:

**Tabla 04:** Eficiencia del jardín vertical (Helixine soleirolii) en la reducción de ruido – Plaza de armas de Juliaca

Día	Toma		Toma		Toma		Toma		Toma		$\bar{x}$ _Pre	$\bar{x}$ _Post	Eficiencia (%)
	01_Pre	01_Post	02_Pre	02_Post	03_Pre	03_Post	03_Pre	03_Post	03_Pre	03_Post			
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	
	8.00 am	8.00 am	13.00 hrs	13.00 hrs	16.00 hrs	16.00 hrs	16.00 hrs	16.00 hrs	16.00 hrs	16.00 hrs	dB	dB	
Lunes	54	46	54	46	54	46	54	48	54	46	54	46	15
Martes	55	46	54	46	52	49	54	49	54	46	54	46	14
Miércoles	53	45	54	47	53	47	53	47	53	46	53	46	14
Jueves	53	47	54	46	55	48	54	48	54	46	54	46	14
Viernes	54	46	53	46	54	47	54	47	54	46	54	46	14
Sábado	54	46	55	47	54	48	54	48	54	47	54	47	14

A continuación, se expone la Figura 7 para una mejor comprensión de la información presentada en la Tabla 4:



**Figura 07:** Eficiencia del jardín vertical (*Helxine soleirolii*) en la reducción de ruido – Plaza de armas de Juliaca

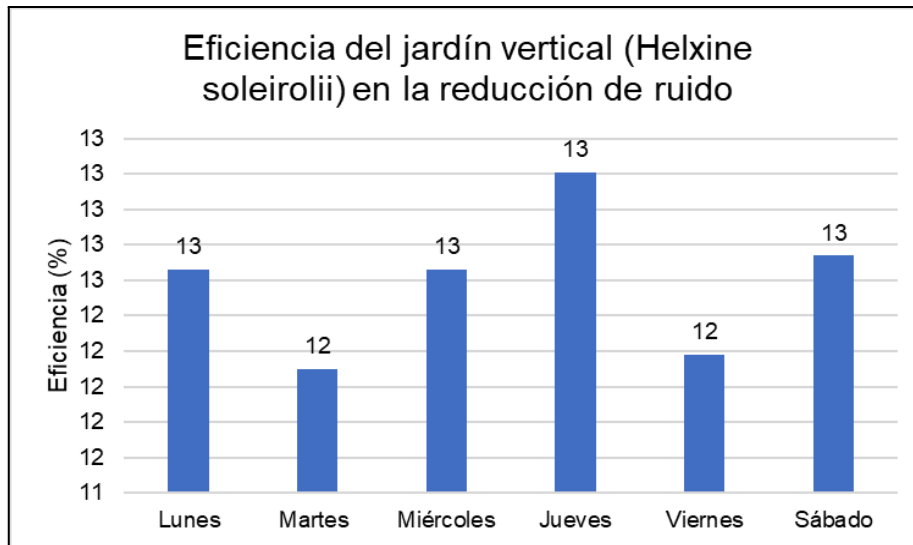
La Figura 7 muestra la eficiencia del jardín vertical (*Helxine soleirolii*) en la reducción de ruido emitido por el parque automotor en el punto de monitoreo ubicado en la plaza de armas de la ciudad de Juliaca, logrando visualizar una eficiencia máxima de un 15 % de reducción.

La siguiente Tabla muestra el resultado de la eficiencia de reducción de ruido (%) en el punto de monitoreo ubicado en la Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”:

**Tabla 05:** Eficiencia del jardín vertical (Helixine soleirolii) en la reducción de ruido – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”

Día	Toma	Toma	Toma	Toma	Toma	Toma	Toma	Toma	Toma	Promedio	Promedio	Eficiencia
	01_Pre	01_Post	02_Pre	02_Post	03_Pre	03_post	03_Pre	03_post	_Pre	_Post		
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB		
	8.00 am	8.00 am	13.00 hrs	13.00 hrs	16.00 hrs	16.00 hrs	16.00 hrs	16.00 hrs				
Lunes	52	47	54	46	52	45	53	46	53	46		13
Martes	53	47	52	46	52	45	52	46	52	46		12
Miércoles	52	45	52	47	54	46	53	46	53	46		13
Jueves	53	47	54	45	52	46	53	46	53	46		13
Viernes	53	45	52	46	51	46	52	46	52	46		12
Sábado	52	46	53	45	52	46	52	46	52	46		13

A continuación, se expone la Figura 8 para una mejor comprensión de la información presentada en la Tabla 5:



**Figura 08:** Eficiencia del jardín vertical (*Helxine soleirolii*) en la reducción de ruido – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”

La Figura 8 muestra la eficiencia del jardín vertical (*Helxine soleirolii*) en la reducción de ruido emitido por el parque automotor en el punto de monitoreo ubicado en la Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”, logrando visualizar una eficiencia máxima de un 13 % de reducción.

A través del análisis de la información recopilada se logró determinar que el nivel de eficiencia del jardín vertical (*Helxine soleirolii*) en la reducción de ruido en la ciudad de Juliaca – 2023 alcanzó un valor máximo de 15 %, debido a que se registró que el ruido inicial generado por el parque automotor fue de 51 dB a 53 dB, y posterior a la implementación del jardín vertical de 1.5 m x 2 m, al 100 % con 140 plantas de la especie *Helxine soleirolii* fue de 46 dB a 47 dB, con una diferencia de 7 dB, similar a los resultados obtenidos por Coa (2021), quien determinó que el jardín vertical disminuye el ruido ambiental vehicular en tres puntos de mayor tránsito en la localidad de Santa Eulalia, donde registró un nivel de presión sonora máximo de 73.4 dB pre instalación y 64.7 dB post instalación, con un promedio de atenuación sonora de 7.43 dB. Así mismo, Rojas (2021), identificó 15 especies vegetales mitigadoras de ruido, de las cuales,

Helxine soleirolii (Lagrimitas) ocupó el puesto 11 y presentó un valor de mitigación máximo de 5.7 dB. Y los hallazgos de Ccepaya (2018), quien evaluó la eficiencia de las plantas ornamentales Aptenia cordifolia y Helxine soleirolii como barreras contra el ruido, y determinó que con la especie Helxine soleirolii al 100 % de follaje se reducen 5.7 dB, al 86 % se reducen 5.46 dB y al 71 % se reducen 3.94 dB. Concluyendo que Aptenia cordifolia y Helxine soleirolii presentan una eficiencia de reducción de ruido entre de 3 a 7 dB y que las características como el follaje es un factor influyente en la reducción del ruido, pues Aranda & Sanchez (2022) construyeron e instalaron un jardín vertical con 120 plantas de Aptenia cordifolia y 110 plantas de Plectranthus verticillatus, realizaron mediciones durante el crecimiento de las plantas por un periodo de 6 semanas, alcanzaron a reducir 13.32 dB durante la primera semana, y 22 dB en la sexta semana, esto se puede atribuir a la especie, así como a la altura y el área foliar de las plantas ya que estos factores influyen en la eficacia de la atenuación del ruido.

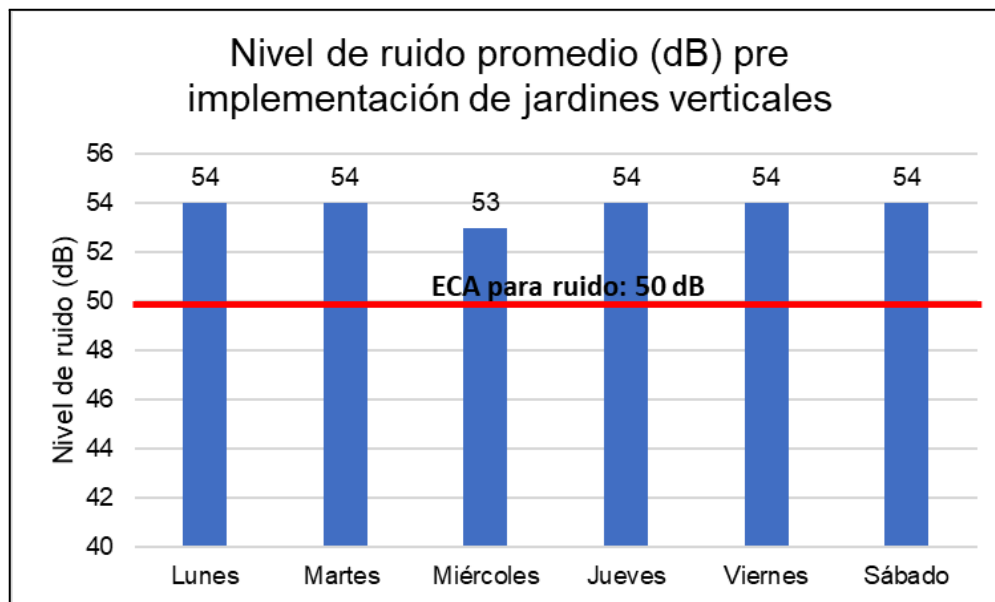
#### **4.2. NIVEL DE RUIDO GENERADO POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE JULIACA – 2023.**

Para abordar el primer objetivo específico, se realizaron mediciones del nivel de ruido generado por el parque automotor en puntos estratégicos de la ciudad de Juliaca durante el año 2023. Se utilizó un sonómetro calibrado, y se registró los niveles de decibelios (dB) en los horarios pico 8:00 am, 13:00 hrs y 16:00 hrs, a fin de obtener un valor promedio representativo de nivel de ruido. A continuación se presenta los datos iniciales del monitoreo de ruido en la plaza de armas de la ciudad de Juliaca:

**Tabla 06:** Nivel de ruido pre implementación de jardines verticales – Plaza de armas de Juliaca

Día	Toma 01	Toma 02	Toma 03	Promedio	ECA-Ruido
	dB	dB	dB	dB	dB
	8.00 am	13.00 hrs	16.00 hrs		
Lunes	54	54	54	54	50
Martes	55	54	52	54	50
Miércoles	53	54	53	53	50
Jueves	53	54	55	54	50
Viernes	54	53	54	54	50
Sábado	54	55	54	54	50

A continuación, se expone la Figura 9 para una mejor comprensión de la información presentada en la Tabla 6:



**Figura 09:** Nivel de ruido promedio (dB) pre implementación de jardines verticales – Plaza de armas de Juliaca

La Figura 9 muestra que los resultados del nivel de ruido pre implementación de los jardines verticales en el punto de monitoreo ubicado en la plaza de armas de la ciudad de

Juliaca superan el valor establecido por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para ruido de 50 dB, destacando un valor promedio máximo de 54 dB y un mínimo de 53 dB durante el periodo de monitoreo.

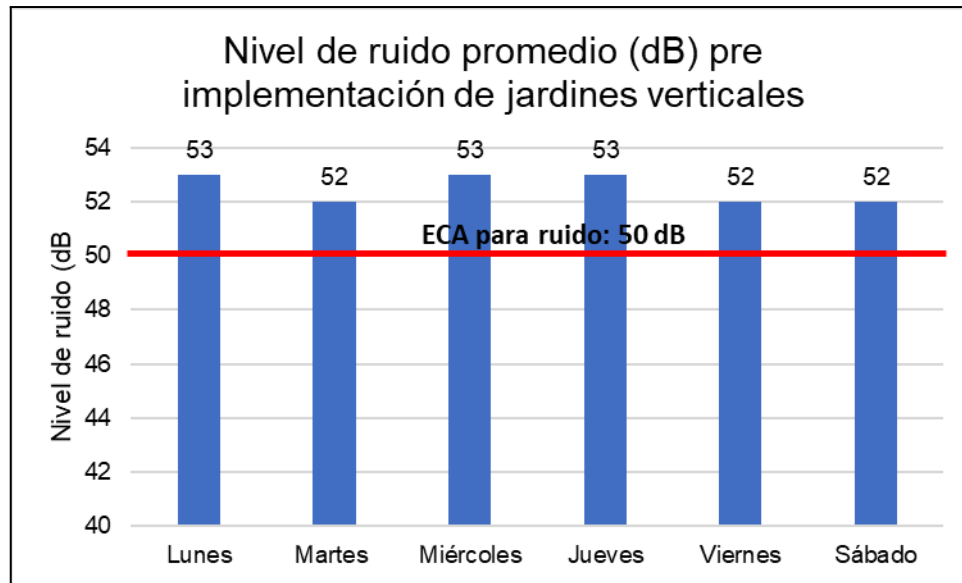
La siguiente Tabla muestra los datos iniciales del monitoreo de ruido en la Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”:

**Tabla 07:** Nivel de ruido pre implementación de jardines verticales – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”

Día	Toma 01	Toma 02	Toma 03	Promedio	ECA-Ruido
	dB	dB	dB	dB	dB
	8.00 am	13.00 hrs	16.00 hrs		
Lunes	52	54	52	53	50
Martes	53	52	52	52	50
Miércoles	52	52	54	53	50
Jueves	53	54	52	53	50
Viernes	53	52	51	52	50
Sábado	52	53	52	52	50

A continuación, se expone la Figura 10 para una mejor comprensión de la información presentada en la Tabla 7:





**Figura 10:** Nivel de ruido promedio (dB) pre implementación de jardines verticales – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”

La Figura 10 muestra que los resultados del nivel de ruido pre implementación de los jardines verticales en el punto de monitoreo ubicado en la Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas” superan el valor establecido por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para ruido de 50 dB, destacando un valor promedio máximo de 53 dB y un mínimo de 52 dB durante el periodo de monitoreo.

Mediante el análisis de los datos de nivel de ruido (dB) pre implementación de los jardines verticales, se logró determinar que, el nivel de ruido generado por el parque automotor en la ciudad de Juliaca – 2023 presentó valores entre el rango de 51 dB a 53 dB superando el valor establecido por el ECA para ruido, similar a los hallazgos de Quispe et al., (2021) quienes determinaron que los niveles de ruido en los puntos críticos en horas puntas tienden a superar el valor establecido por el ECA para ruido, alcanzando valores desde los 68.57 dB a 81.07 dB; así mismo, Samamé (2022) identificó que los valores de LAeqT obtenidos en las 4 zonas de estudio se encuentran por encima de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido; de igual manera, Coa (2021), encontró un nivel de presión sonora máximo de 73.4 dB pre instalación de barreras y un mínimo de

64.7 dB post instalación; y Zeballos & Román (2020), registraron un nivel de ruido máximo de 72,5 dB pre implementación.

#### 4.3. NIVEL DE RUIDO DESPUÉS DE IMPLEMENTAR EL JARDÍN VERTICAL, JULIACA – 2023.

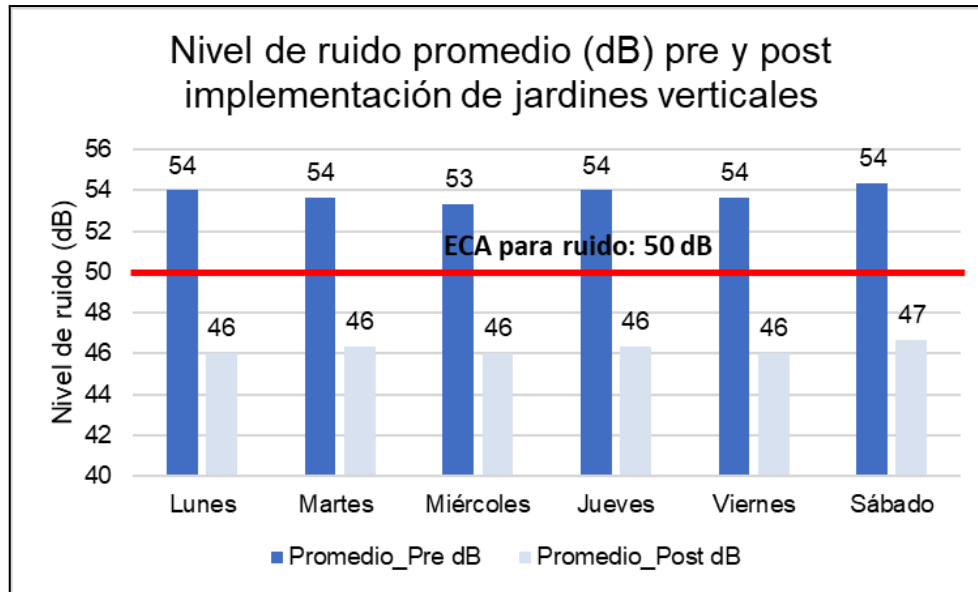
En cumplimiento del segundo objetivo específico, se realizaron mediciones del nivel de ruido generado por el parque automotor en puntos estratégicos de la ciudad de Juliaca durante el año 2023. Se empleó un sonómetro calibrado, y se registró los niveles de ruido (dB) en los horarios pico 8:00 am, 13:00 hrs y 16:00 hrs en los puntos de monitoreo: plaza de armas de Juliaca y Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”, a fin de obtener un valor promedio representativo de nivel de ruido posterior a la implementación de jardines verticales.

A continuación se presenta los valores del monitoreo de ruido post implementación de jardines verticales en la plaza de armas de la ciudad de Juliaca:

**Tabla 08:** Nivel de ruido post implementación de jardines verticales – Plaza de armas de Juliaca

Día	Toma 01	Toma 02	Toma 03	Promedio	ECA-Ruido
	dB	dB	dB	dB	dB
	8.00 am	13.00 hrs	16.00 hrs		
Lunes	46	46	48	46	50
Martes	46	46	49	46	50
Miércoles	45	47	47	46	50
Jueves	47	46	48	46	50
Viernes	46	46	47	46	50
Sábado	46	47	48	47	50

A continuación, se expone la Figura 11 para una mejor comprensión de la información presentada en la Tabla 8:



**Figura 11:** Nivel de ruido promedio (dB) pre y post implementación de jardines verticales – Plaza de armas de Juliaca

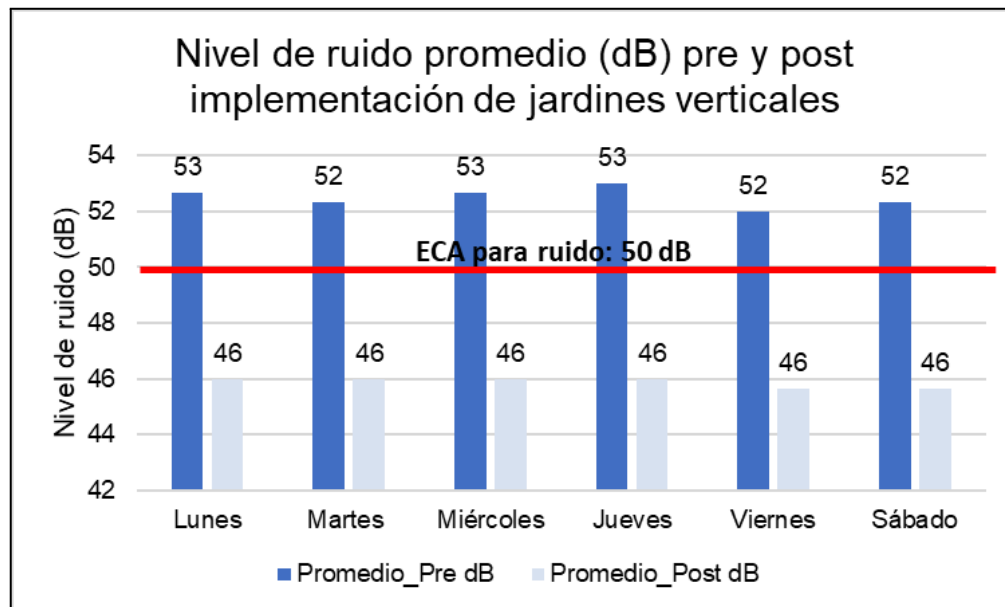
La Figura 11 muestra una diferencia evidente entre los resultados del nivel de ruido promedio pre y post implementación de los jardines verticales en el punto de monitoreo ubicado en la plaza de armas de la ciudad de Juliaca, siendo posible visualizar que posterior a la implementación los niveles de ruido cumplieron con el valor establecido por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para ruido de 50 dB, destacando un valor promedio máximo de 47 dB y un mínimo de 46 dB durante el periodo de monitoreo.

La siguiente Tabla muestra los valores obtenidos en el monitoreo de ruido post implementación de jardines verticales en la Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”:

**Tabla 09:** Nivel de ruido post implementación de jardines verticales – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”

Día	Toma 01	Toma 02	Toma 03	Promedio	ECA-Ruido
	dB	dB	dB	dB	dB
	8.00 am	13.00 hrs	16.00 hrs		
Lunes	47	46	45	46	50
Martes	47	46	45	46	50
Miércoles	45	47	46	46	50
Jueves	47	45	46	46	50
Viernes	45	46	46	46	50
Sábado	46	45	46	46	50

A continuación, se expone la Figura 12 para una mejor comprensión de la información presentada en la Tabla 9:



**Figura 12:** Nivel de ruido promedio (dB) pre y post implementación de jardines verticales – Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”

La Figura 12 muestra una diferencia evidente entre los resultados del nivel de ruido promedio pre y post implementación de los jardines verticales en el punto de monitoreo

ubicado en la Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas”, se visualiza que posterior a la implementación, los niveles de ruido fueron menores al valor establecido por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para ruido de 50 dB, destacando un valor promedio de 46 dB durante el periodo de monitoreo.

El análisis de los datos recopilados permitió determinar que, el nivel de ruido después de implementar el jardín vertical, Juliaca – 2023 presentó valores entre el rango de 46 dB a 47 dB, cumpliendo con el valor establecido por el ECA para ruido, similar a los resultados obtenidos por Coa (2021), quien encontró un nivel de presión sonora máximo de 73.4 dB pre instalación de barreras y 64.7 dB post instalación y un promedio de atenuación sonora de 7.43 dB, quedando demostrado que las barreras acústicas verticales son efectivas en la absorción del sonido. Así mismo, Zeballos & Román (2020), registraron un nivel de ruido máximo de 72.5 dB pre implementación y 54.9 dB post implementación, con una reducción significativa ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) promedio de  $2.593 \pm 0.47$  en el horario diurno y  $5.38 \pm 0.19$  en horario nocturno. De igual manera, Aranda & Sanchez (2022), determinaron que los valores de atenuación de ruido constante de 89.6 dB por la cubierta vegetal con plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* fue de 13.32 dB durante la primera semana y 22 dB en la sexta semana post implementación, atribuyendo la eficiencia a los factores como la altura y el área foliar de las plantas que se fueron incrementando a lo largo de las 6 semanas de estudio; coincidiendo con Ccepaya (2018), quien logró reducir 5.7 dB del ruido continuo de 75 dB con la especie *Helxine soleirolii* al 100 % de follaje, 5.46 dB al 86 % y 3.94 dB al 71 %, concluyendo que el follaje es un factor influyente en la reducción del ruido, apoyado por Delgadillo (2018), quién empleó las especies *Jacobaea maritima* y *Aptenia cordifolia* para la reducción de ruido mediante barreras vegetales y en la barrera con cobertura de *Aptenia cordifolia*, alcanzó valores de atenuación acústica de 13.5 dB debido a sus características de mayor área foliar, lo cual generó mayor absorción, difracción y refracción del sonido.

## CONCLUSIONES

PRIMERA. Se concluye que el nivel de eficiencia del jardín vertical (*Helxine soleirolii*) en la reducción del ruido en la ciudad de Juliaca alcanzó un valor máximo de 15 %, constituyendo una medida sostenible y ecológica en la lucha contra la contaminación acústica.

SEGUNDA. Se concluye que el nivel de ruido generado por el parque automotor en la ciudad de Juliaca – 2023 supera el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de 50 dB, siendo el tráfico vehicular una fuente significativa de contaminación acústica.

TERCERA. Se concluye que el nivel de ruido posterior a la implementación del jardín vertical con *Helxine soleirolii* cumple con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de 50 dB, indicando que la implementación de jardines verticales es una estrategia a considerar en la reducción del ruido.

## RECOMENDACIONES

A los profesionales, instituciones académicas y centros de investigación competentes, se recomienda realizar estudios adicionales con la adaptación de otras especies a las condiciones climáticas locales, a fin de identificar las especies de plantas y configuraciones de jardines con mayor eficiencia en la absorción de ruido.

A los profesionales, instituciones académicas y centros de investigación competentes, se sugiere ampliar el estudio considerando las características de las especies a usar en los jardines verticales como la cantidad, el follaje y las dimensiones de las plantas , a fin de determinar los factores que influyen la eficiencia de la reducción del ruido.

A las autoridades de la Gran Unidad Escolar “José Antonio Encinas” y de la Municipalidad de San Román, se recomienda instalar mayor número de jardines verticales y realizar el seguimiento continuo de los niveles de ruido y el ajuste de las estrategias según sea necesario, considerando la densidad de la vegetación, la ubicación del jardín y el mantenimiento, a fin de asegurar una mayor eficiencia del jardín vertical *Helxine soleirolii* en la reducción del ruido.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, R., Cram, S., & Sánchez, M. (2019). La valorización de los residuos sólidos urbanos en el estado de México, una visión geográfica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 693-704.  
<https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.14>
- Alpaca, J. (2022). Evaluación del nivel de contaminación acústica en el centro histórico de la ciudad de Arequipa mediante la elaboración de mapas de ruido.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12773/15278>
- Aranda, J., & Sanchez, S. (2022). Cubierta vegetal con plantas *Aptenia cordifolia* y *Plectranthus verticillatus* para reducir el ruido en viviendas urbanas.
- Arias, N. (2022). Plan de empresa para la creación de jardines verticales auto sostenibles.
- Auccatinco, R. (2021). Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Cusipata, provincia Quispicanchi – Cusco. Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11355>
- Beltrán, A. (2023). Diseño de jardines verticales para la I.E.D. José Joaquín casas ubicada en el barrio puente Aranda de la ciudad de Bogotá D.C.
- Ccepaya, Y. (2018). Eficiencia de las plantas ornamentales *Aptenia Cordifolia* y *Helxine Soleirolii* como barrera para la reducción de ruido 2018. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36358>
- Chanduvi, L. (2021). Evaluación de ruido ambiental en las avenidas Universitaria y Túpac Amaru en el distrito de Comas, Lima, 2020. Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11354>
- Chávez, A., Campo, S., & Bojórquez, G. (2021). Modelo de jardín vertical con vegetación endémica para espacios públicos exteriores en El Grillo, Jalisco. <https://portalrevistas.aulavirtualusmp.pe/index.php/rc/article/view/2069>
- 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. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4419>



- Comaudi. (2020). Jardines verticales anti ruido. <https://www.comaudi-industrial.com/blog/jardines-verticales-protecten-del-ruido-urbano/>
- Delgadillo, G. (2018). Reducción del ruido mediante barreras vegetales con las especies *Jacobaea maritima* y *Aptenia cordifolia* en condiciones controladas – Lima 2018.
- Díaz, B. (2019). Evaluación de la contaminación del suelo por lixiviados del notadero municipal del distrito de San Pablo.
- Díaz, E., & Mass, M. (2022). Jardín vertical para el mejoramiento de sus beneficios ambientales en la I.E. El Dorado N°3073—Puente Piedra 2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106629>
- Falcón, M. (2016). Afectación del suelo como consecuencia de la disposición de residuos sólidos municipales en el botadero Roma- Casa Grande. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/6794>
- Fernández, R., & Malca, G. (2019). Análisis de la contaminación del aire generado en el parque automotor del distrito de Imaza, Chiriaco, 2018.
- Gómez, K. (2019). Implementación de jardines verticales en el campus de la Universidad de Cundinamarca Seccional Girardot. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/2059>
- Guamán, J. (2015). Análisis de la influencia de las plantas ornamentales como estrategia para mejorar el entorno ecológico de la escuela " Santa Catalina " de la parroquia San Lucas.
- Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.
- Iberdrola. (2023). La contaminación acústica, cómo reducir el impacto de una amenaza invisible Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-contaminacion-acustica-causas-efectos-soluciones>
- Maulida, k, Harahap, B., & Ginting, M. (2018). Utilization of mango seed starch in

- manufacture of bioplastic reinforced with microparticle clay using glycerol as plasticizer. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 309(1), 012068. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012068>
- Mendarte, C., Alarcón, A., & Ferrera, R. (2021). Fitorremediación: Alternativa biotecnológica para recuperar suelos contaminados con DDT. Una revisión. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 24. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.326>
- MINAM. (2020). Contaminación sonora en Lima se redujo durante cuarentena. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/142118-contaminacion-sonora-en-lima-se-redujo-durante-cuarentena>
- MINAM. (2021). Fuentes Fijas. <https://infoaireperu.minam.gob.pe/fuentes-fijas-2/>
- MINAM, S. (2003). Política nacional del ambiente. Paideia, 2(3). <https://doi.org/10.31381/paideia.v2i3.462>
- Norabuena, D., & Shiguay, S. (2022). Eficiencia del jardín vertical de plantas ornamentales como aislante acústico para la reducción de ruidos ambientales.
- OMS. (2022). La OMS publica una nueva norma para hacer frente a la creciente amenaza de la pérdida de audición. <https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-who-releases-new-standard-to-tackle-rising-threat-of-hearing-loss>
- Paz, W. (2020). Jardines Verticales | Espacio Verde. <https://www.espacioverde.pe/servicios/jardines-verticales/>
- Perez, C. (2019). Niveles de ruido ambiental en zonas del distrito de Ate en los meses de enero-abril del 2019.
- Quispe, C., Roque, C., & Rivera, G. (2021). Impacto de la contaminación sonora en la salud de la población de la ciudad de Juliaca, Perú. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i1.228](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.228)
- Riveros, M. (2022). Influencia del parque automotor en la contaminación sonora de la avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.

- Rojas, Y. (2021). Revisión sistemática: Especies vegetales utilizadas para la mitigación del ruido.
- Samamé, C., & Zúñiga, O. (2020). Propuesta de un plan de valorización de residuos sólidos inorganicos municipales del distrito de Chirinos-provincia de San Ignacio-departamento de Cajamarca año 2019. Universidad de Lambayeque. <https://repositorio.udl.edu.pe/jspui/handle/UDL/401>
- Silva, C. (2022). Evaluación de los niveles de ruido ambiental en las principales zonas comerciales del distrito de Chancay-2022.
- Tello, N. (2020). Evaluación y control de ruido ocupacional en la empresa minera de explotación SERINGTELL E.I.R.L. Cobre pampa—Bella Unión – Arequipa 2018. Universidad Tecnológica del Perú. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3018>
- Timaná, M. (2017). Nivel de ruido ambiental en el cercado de la ciudad de Piura. Universidad Nacional de Piura.
- Zeballos, A., & Román, C. (2020). Evaluación del muro verde en la disminución de ruido y su percepción ambiental en un centro educativo. INGENIERÍA INVESTIGA, 2(01), Article 01. <https://doi.org/10.47796/ing.v2i01.294>

## ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

<b>EFICIENCIA DE UN JARDÍN VERTICAL CON (Helxine soleirolii) EN LA REDUCCIÓN DE RUIDO EN LA CIUDAD DE JULIACA 2023.</b>						
<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS</b>
<b>GENERAL:</b> ¿Cuál es el nivel de eficiencia de un jardín vertical (Helxine soleirolii) en la reducción de ruido en la ciudad de Juliaca - 2023?	<b>GENERAL:</b> Determinar el nivel de eficiencia de un jardín vertical (Helxine soleirolii) en la reducción de ruido en la ciudad de Juliaca - 2023.	<b>GENERAL:</b> El nivel de eficiencia de un jardín vertical (Helxine soleirolii) en la reducción de ruido es en un 20% en la ciudad de Juliaca - 2023.	<b>V.I.</b> Jardín vertical (Helxine soleirolii)	Porcentaje de reducción de ruido	-ECA de Ruido D. S. N 085 2003-PCM	<b>Diseño de investigación:</b> CUASI EXPERIMENTAL
<b>ESPECÍFICOS:</b>	<b>ESPECÍFICO:</b>	<b>ESPECÍFICO:</b>	<b>V.D.</b>	ECA de Ruido D. S. 085 2003-PCM	- Ficha de monitoreo	<b>Tipo de investigación:</b> DESCRIPTIVO ANALITICO

<p>¿Cuál es el nivel de ruido generado por el parque automotor en la ciudad de Juliaca – 2023?</p> <p>¿Cuál será el nivel de ruido después de implementar el jardín vertical, Juliaca 2023?</p>	<p>Determinar el nivel de ruido generado por el parque automotor en la ciudad de Juliaca – 2023</p> <p>Determinar el nivel de ruido después de implementar el jardín vertical, Juliaca - 2023</p>	<p>El nivel de ruido generado por el parque automotor es alto (80 dB) en la ciudad de Juliaca – 2023</p> <p>El nivel de ruido disminuye en un 20% al implementar el jardín vertical, Juliaca-2023</p>	<p>Ruido generado por parque automotor</p>	<p>Decibeles</p>	<p>- Sonómetro</p>	<p><b>Técnica para la recolección de datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación</li> <li>- Fuentes documentales</li> <li>- Registros</li> </ul>
---	---	---	--	------------------	--------------------	--

**Anexo 02:** Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido según ECA de Ruido

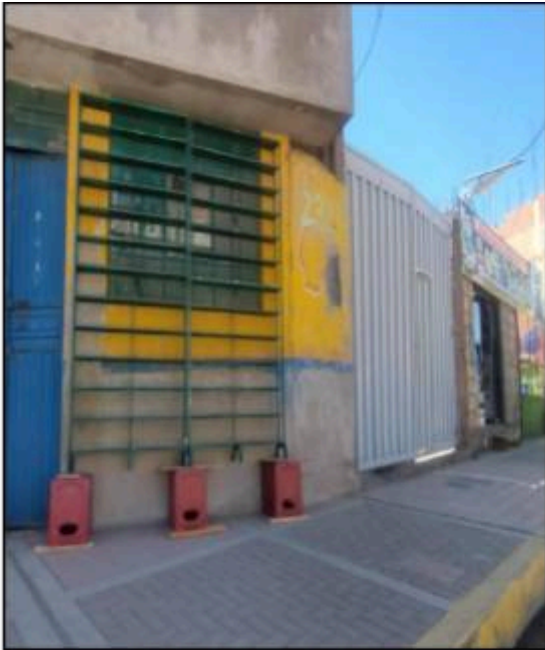
D. S. 085 2003-PCM

**Anexo N° 1**

**Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN $L_{AeqT}$	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

### Anexo 03: Panel fotográfico



Fotografía N° 01 y 02. Soporte del jardín vertical.



Fotografía N° 03 y 04. Instalación de plántulas de *Helxine soleirolii*





Fotografía N° 05. Seguimiento del máximo follaje de los jardines verticales.



Fotografía N° 06. Medición de ruido considerando el protocolo MINAM N°227-2013.



Fotografía N° 07. Vista de la instalación de los jardines verticales al exterior del colegio Gran Unidad Escolar "José Antonio Encinas" y de la Municipalidad de San Román.



Anexo 04: Calibración del sonómetro



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración

### LAC - 071 - 2018

Página 1 de 9

---

Expediente	100543	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	LOSERTEC S.A.C.	<p>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).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Dirección	Mza. F Lote. 07 Urb. Villa Del Lago - Puno	
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	RION	
Modelo	NL-42	
Procedencia	JAPON	
Resolución	0,1 dB	
Clase	2	
Número de Serie	00572455	
Micrófono	UC - 52	
Serie del Micrófono	170732	
Fecha de Calibración	2018-05-02	

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 y sello carecen de validez.

Fecha	Área de Electricidad y Termometría	Laboratorio de Acústica
	 GALIA STYLA TICONA CANAZA	 LUIS PALMA PERALTA
2018-05-03	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) 640-8820 Anexo 1501  
 Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 071 – 2018

Página 2 de 9

### Método de Calibración

Segun la Norma Metrológica Peruana NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA. Sonómetros. Parte 3: Ensayos periódicos" (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)

### Lugar de Calibración

Laboratorio de Acústica  
Calle de La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

### Condiciones Ambientales

Temperatura	22,1 °C ± 0,1 °C
Presión	994,9 hPa ± 0,1 hPa
Humedad Relativa	65,3 % ± 0,5 %

### Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia de CENAM Certificados CNM-CC-510-177/2015; CNM-CC-510-184/2015; CNM-CC-510-191/2015; CNM-CC-510-192/2015 y Certificado INDECOPI SNM LE-C-271-2014	Calibrador acústico multifunción B&K 4226	INACAL DM LAC-026-2016
Patrón de Referencia de la Dirección de Metrología Oscilador de Frecuencia de Cesio Symmetricom 5071A el cual pertenece a la red SIM Time Scale Comparisons via GPS Common-View <a href="http://gps.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe">http://gps.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe</a> y Certificado LE-C-271-2014	Generador de funciones Agilent 33220A	Indecopi SNM LTF-C-141-2015
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología Certificado FLUKE N° F7220026 y Certificado INACAL DM LE-761-2017	Multímetro Agilent 34411A	INACAL DM LE-908-2017
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología Certificado INACAL DM LTF-C-141-2015 y Certificado INACAL DM LE-908-2017	Atenuador de 70 dB PASTERNAK PE70A1023	INACAL DM LAC-180-2017

### Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.  
El sonómetro ensayado de acuerdo a la norma NMP-011-2007 cumple con las tolerancias para la clase 2 establecidas en la norma IEC 61672-1:2002.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración LAC – 071 – 2018

Página 3 de 9

### Resultados de Medición

#### RUIDO INTRINSECO (dB)

Micrófono instalado (dB)	Límite max. en $L_{Aeq}^1$ (dB)	Micrófono retirado (dB)	Límite max. en $L_{Aeq}^1$ (dB)
18,5	19	11,2	13

Nota: la medición se realizó en el rango 25,0 dB a 138,0 dB; con un tiempo de integración de 30 seg.

La medición con micrófono instalado se realizó con pantalla antiviento.

La medición con micrófono retirado se realizó con el adaptador capacitivo de 20 pF B&K.

<sup>1)</sup> Dato tomado del manual del instrumento.

#### ENSAYOS CON SEÑAL ACUSTICA

**Ponderación frecuencial C con ponderación temporal F ( $L_{CF}$ )**

Señal de entrada: 1 kHz a 94 dB en el rango de referencia 25,0 dB a 138,0 dB; señal sinusoidal.

Antes de iniciar los ensayos el sonómetro fue ajustado al nivel de referencia dado en su manual: 94,0 dB y 1 kHz, con el calibrador acústico multifunción B&K 4226.

Frecuencia Hz	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
125	0,3	0,2	± 2,0
1000	0,0	0,2	± 1,4
8000	-2,1	0,3	± 5,6

---

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-9820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología  
Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 071 – 2018

Página 4 de 9

### ENSAYOS CON SEÑAL ELECTRICA

#### Ponderaciones frecuenciales

Señal de referencia: 1kHz a 45 dB por debajo del límite superior del rango de referencia (93 dB).

#### Ponderación A

Frecuencia (Hz)	Ponderación temporal F		Nivel continuo equivalente de presión acústica (eq)		Tolerancia* (dB)
	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	
63	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 2,5
125	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 2,0
250	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,9
500	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,9
2000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 2,6
4000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 3,6
8000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 5,6
16000	-1,4	0,3	-1,4	0,3	± 6,0 - 20

#### Ponderación C

Frecuencia (Hz)	Ponderación temporal F		Nivel continuo equivalente de presión acústica (eq)		Tolerancia* (dB)
	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	
63	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 2,5
125	0,0	0,3	0,0	0,3	± 2,0
250	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,9
500	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,9
2000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 2,6
4000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 3,6
8000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 5,6
16000	-1,4	0,3	-1,4	0,3	± 6,0 - 20

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: metrologia@inacal.gob.pe  
WEB: www.inacal.gob.pe



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 071 – 2018

Página 5 de 9

### Ponderación Z

Frecuencia (Hz)	Ponderación temporal F		Nivel continuo equivalente de presión acústica (eq)		Tolerancia* (dB)
	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	
63	0,0	0,3	-0,1	0,3	± 2,5
125	-0,1	0,3	0,0	0,3	± 2,0
250	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,9
500	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,9
2000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 2,6
4000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 3,6
8000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 5,6
16000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 6,2

Nota: Para este ensayo se utilizó un atenuador.

### Ponderaciones de frecuencia y tiempo a 1 kHz

- Señal de referencia: 1 kHz, señal sinusoidal.
- Nivel de presión acústica de referencia: 94 dB en el rango de referencia; función  $L_{AF}$
- Desviación con relación a la función  $L_{AF}$

Nivel de referencia (dB)	Función $L_{CF}$	Función $L_{ZF}$	Función $L_{AS}$	Función $L_{Aeq}$
94	94,0	94,0	94,0	94,0
Desviación (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0
Incertidumbre (dB)	0,3	0,3	0,3	0,3
Tolerancia* (dB)	± 0,4	± 0,4	± 0,3	± 0,3

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las CAMELIAS N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración LAC – 071 – 2018

Página 6 de 9

### Linealidad de nivel en el rango de nivel de referencia

- Señal de referencia: 8 kHz, señal sinusoidal
- Nivel de presión acústica de partida: 94 dB en el rango de referencia; función  $L_A$
- Nivel de referencia para todo el rango de funcionamiento lineal:  
 Nivel de partida incrementado en 5 dB y luego en 1 dB hasta indicación de sobrecarga sin incluirla.  
 Nivel de partida disminuido en 5 dB y luego en 1 dB hasta indicación de insuficiencia sin incluirla.

Nivel de referencia (dB)	Medido (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
137	137,0	0,0	0,3	± 1,4
136	136,0	0,0	0,3	± 1,4
135	135,0	0,0	0,3	± 1,4
134	134,0	0,0	0,3	± 1,4
129	129,0	0,0	0,3	± 1,4
124	124,0	0,0	0,3	± 1,4
119	119,0	0,0	0,3	± 1,4
114	114,0	0,0	0,3	± 1,4
109	109,0	0,0	0,3	± 1,4
104	104,0	0,0	0,3	± 1,4
99	99,0	0,0	0,3	± 1,4
94	94,0	0,0	0,3	± 1,4
89	89,0	0,0	0,3	± 1,4
84	84,0	0,0	0,3	± 1,4
79	79,0	0,0	0,3	± 1,4
74	74,0	0,0	0,3	± 1,4
69	69,0	0,0	0,3	± 1,4
64	64,0	0,0	0,3	± 1,4
59	59,0	0,0	0,3	± 1,4
54	54,0	0,0	0,3	± 1,4
49	49,0	0,0	0,3	± 1,4
44	44,0	0,0	0,3	± 1,4
39	39,0	0,0	0,3	± 1,4
34	34,0	0,0	0,3	± 1,4
29	29,0	0,0	0,3	± 1,4
28	28,0	0,0	0,3	± 1,4
27	27,0	0,0	0,3	± 1,4
26	26,0	0,0	0,3	± 1,4
25	24,9	-0,1	0,3	± 1,4

Nota: Para los niveles de 79 dB hasta 25 dB se utilizaron atenuadores.

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
**Dirección de Metrología**  
 Calle Las Carnéas N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración LAC – 071 – 2018

Página 7 de 9

### Linealidad de nivel incluyendo el control de rango de nivel

Nota: No se aplica debido a que el sonómetro tiene un rango único.

### Respuesta a un tren de ondas

- Señal de referencia: 4 kHz, señal sinusoidal permanente.
- Nivel de referencia: 3 dB por debajo del límite superior en el rango de referencia; función:  $L_{AF}$

**Función:  $L_{AFmax}$**  (para la indicación del nivel correspondiente al tren de ondas)

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído $L_{AF}$ (dB)	Nivel leído $L_{AFmax}$ (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\eta}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\eta}_{ref}$ ) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	135,0	134,1	-0,9	-1,0	0,1	0,3	$\pm 1,3$
2	135,0	117,0	-18,0	-18,0	0,0	0,3	+ 1,3; - 2,8
0,25	135,0	107,9	-27,1	-27,0	-0,1	0,3	+ 1,8; - 5,3

**Función:  $L_{ASmax}$**  (para la indicación del nivel correspondiente al tren de ondas)

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído $L_{AF}$ (dB)	Nivel leído $L_{ASmax}$ (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\eta}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\eta}_{ref}$ ) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	135,0	127,6	-7,4	-7,4	0,0	0,3	$\pm 1,3$
2	135,0	108,0	-27,0	-27,0	0,0	0,3	+ 1,3; - 5,3

**Función:  $L_{AE}$**  (para la indicación del nivel correspondiente al tren de ondas)

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído $L_{AF}$ (dB)	Nivel leído $L_{AE}$ (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\eta}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\eta}_{ref}$ ) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	135,0	128,0	-7,0	-7,0	0,0	0,3	$\pm 1,3$
2	135,0	108,0	-27,0	-27,0	0,0	0,3	+ 1,3; - 2,8
0,25	135,0	98,9	-36,1	-36,0	-0,1	0,3	+ 1,8; - 5,3

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)





**INACAL**

Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración LAC – 071 – 2018

Página 8 de 9

### Nivel de presión acústica de pico con ponderación C

- Señales de referencia: 8 kHz y 500 Hz, señal sinusoidal permanente.
- Nivel de referencia: 8 dB por debajo del límite superior en el rango de nivel menos sensible (25,0 dB a 138,0 dB);  
función:  $L_{CF}$

**Función:**  $L_{Cpeak}$ , para la indicación del nivel correspondiente a 1 ciclo de la señal de 8 kHz;  
1 semiciclo positivo\* y 1 semiciclo negativo\* de la señal de 500 Hz.

Señal de ensayo	Nivel leído $L_{CF}$ (dB)	Nivel leído $L_{Cpeak}$ (dB)	Desviación (D) (dB)	$L_{Cpeak} - L_{C^*}$ (L) (dB)	Diferencia (D - L) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
8 kHz	130,0	133,3	3,3	3,4	-0,1	0,3	± 3,4
500 Hz*	130,0	132,0	2,0	2,4	-0,4	0,3	± 2,4
500 Hz*	130,0	132,0	2,0	2,4	-0,4	0,3	± 2,4

### Indicación de sobrecarga

- Señal de referencia: 4 kHz, señal sinusoidal permanente.
- Nivel de referencia: 1 dB por debajo del límite superior en el rango de nivel menos sensible (25,0 dB a 138,0 dB);  
función:  $L_{Aeq}$

**Función:**  $L_{Aeq}$ , para la indicación del nivel correspondiente a 1 semiciclo positivo\* y 1 semiciclo negativo\*. Indicación de sobrecarga a los niveles leídos.

Nivel leído semiciclo + $L_{Aeq}$ (dB)	Nivel leído semiciclo - $L_{Aeq}$ (dB)	Diferencia (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
136,3	136,4	-0,1	0,3	1,8

#### Nota:

Los ensayos se realizaron con su preamplificador NH - 24 72793.

El manual de usuario del equipo fue proporcionado en versión en inglés. Technical Notes. Sound Level Meter.

NL-42 / NL-52. RION CO.,LTD. No. 55750 11-03.

El sonómetro tiene grabado en la placa las designaciones: IEC 61672-1:2013 Class 2; ANSI/ASA S1.4-2014/Part 1 class 2

\* Tolerancias tomadas de la norma IEC 61672-1:2002 para sonómetros clase 2.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración LAC – 071 – 2018

Página 9 de 9

### **Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

### **Recalibración**

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

### **DIRECCION DE METROLOGIA**

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

### **SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM**

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

---

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
**Dirección de Metrología**  
Calle Las Carnéas N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8620 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)