

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



Una Institución Adventista

**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**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Josselyn Patricia Coa Yman

Asesor:

Mg. Jackson Edgardo Perez Carpio

Lima, abril del 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

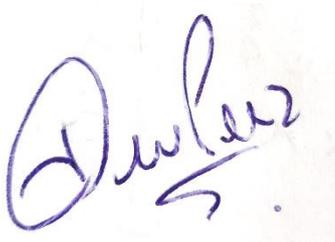
Jackson Edgardo Perez Carpio, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“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”** constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) Josselyn Patricia Coa Yman para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

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

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 15 días del mes de Abril del año 2021



Jackson Edgardo Perez Carpio

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **12 días** día(s) del mes de **abril** del año 2021 siendo **las 21:20 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, el secretario: **Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez**, y los demás miembros: **Ing. Nancy Curasi Rafael** y el **Ing. Orlando Alan Poma Porras** y el asesor **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Evaluación de la disminución del Ruido Ambiental Vehicular mediante el método de la Barrera Acústica Vertical implementado en la localidad de Santa Eulalia - Lima, Perú" de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **JOSELYN PATRICIA COA YMAN** b)

.....conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**
(Nombre del Título profesional)
con mención en.....

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

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

Candidato (a): **JOSELYN PATRICIA COA YMAN**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	Muy bueno	Sobresaliente

Candidato (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

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

Presidente
Mg. Milda Amparo
Cruz Huaranga



Asesor
Mg. Jackson Edgardo
Pérez Carpio



Candidato/a (a)
Josselyn Patricia Coa
Yman

Secretario
Mg. Iliana Del Carmen
Gutiérrez Rodríguez

Miembro
Ing. Nancy Curasi
Rafael

Miembro
Ing. Orlando Alan
Poma Porras

Candidato/a (b)

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

¹ Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

Josselyn Patricia Coa Yman¹, Jackson Edgardo Perez carpio²

Email: josselyncoa@upeu.edu.pe; jacksonperez@upeu.edu.pe

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó para evaluar la disminución de ruido ambiental vehicular mediante barrera acústica vertical implementada en la localidad de Santa Eulalia. Se iniciará haciendo una introducción breve sobre las consecuencias que puede ocasionar en la salud humana cuando el ruido es elevado siendo problemática para la vida cotidiana de los pobladores. Luego se desarrolló la parte experimental donde se realizó la barrera acústica vertical compuesta de paneles de plantas ornamentales este estudio se hizo durante treinta días evaluando el pre (sin barreras) y post (con barreras) monitoreo de nivel de ruido ambiental vehicular al momento de implementar las barreras acústicas verticales. Asimismo, se obtuvo como promedio en el punto N°2: 7.43, por lo cual contiene una atenuación sonora más eficaz que en los otros puntos N°1: 1.4 y N°3: 2.5, entonces las barreras acústicas verticales contienen absorción acústica.

Palabras claves: Ruido ambiental, Barreras acústica vertical, absorción acústica.

ABSTRACT

This research work was carried out to evaluate the reduction of vehicular environmental noise by means of a vertical acoustic barrier implemented in the town of Santa Eulalia. It will begin by making a brief introduction on the consequences that it can cause on human health when noise is high, being a problem for the daily life of the inhabitants. Then the experimental part was developed where the vertical acoustic barrier composed of panels of ornamental plants was carried out. This study was carried out during thirty days evaluating the pre (without barriers) and post (with barriers) monitoring of vehicular environmental noise level at the time of implementation. vertical acoustic barriers. Likewise, it was obtained as an average in point N ° 2: 7.43, for which it contains a more effective sound attenuation than in the other points N ° 1: 1.4 and N ° 3: 2.5, then the vertical acoustic barriers contain acoustic absorption.

1. INTRODUCCIÓN

A partir de los primeros estudios publicados en 1981 en la U. S. Environmental Protection Agency (U. S. EPA, 1981) se documenta que los efectos indirectos del ruido ambiental en la interferencia de la comunicación son: alteración de las actividades educativas, riesgos de seguridad, que con el tiempo logra ser una fuente de molestia extrema para el ser humano (Estrada & Mendez, 1997)

Asimismo, se remonta a 1972 cuando en la primera declaración internacional se contempla las consecuencias del ruido sobre la salud humana, donde la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo catalogo de manera general como un tipo más de

contaminación (Amable et al., 2017). Asimismo, dicha contaminación, afecta constantemente el ambiente y el paisaje sonoro de las ciudades, siendo esto de forma discreta, pero con significantes repercusiones en la salud y calidad de vida de las personas. (Cohen & Castillo, 2017)

(Abad Toribio et al., 2011), (Amable et al., 2017) y (Quiroz et al., 2013) determinan que la contaminación acústica constituye un problema ambiental que el cual se viene incrementando con el desarrollo tecnológico, comercial e industrial para la sociedad actual, de tal manera que para el ser humano se define primariamente (Abad Toribio et al., 2011).

Según Carneiro et al., en el 2004, el incremento de la población ha generado un aumento de vehículos, y por consiguiente se genera el ruido ambiental, (Estrada & Mendez, 1997).

El Ruido Ambiental es un sonido innecesario e indeseable para los pobladores, ya que aparece síntomas psicofisiológica en la persona, pudiendo generar patologías en quienes se encuentran expuestos al ruido durante un largo periodo de tiempo, esto se da cuando se encuentran cerca de una fuente de emisión, y por consecuencia puede ocasionar enfermedades como patologías físicas y psíquicas. (Ortega B. & Cardona M., 2005). La Organización Mundial de la Salud (OMS) aconseja vivir en ambientes en los que haya menos de 65 dB de ruido o sonido, debido a que por encima de los 80 dB existe un riesgo de daño severo (Solis, 2013). Es por esta razón que la atenuación del nivel de ruido disminuye de acuerdo a la distancia que existe entre la fuente y el punto receptor y no se toman en cuenta otros efectos de atenuación sonora (Olmos, 2002). En este caso la población y escolares que se exponen crónicamente al ruido ambiental pueden ser afectados en el rendimiento de los procesos cognitivos, tales como la lectura, la atención, y la memorización (Ortega B. & Cardona M., 2005) y (Quiroz et al., 2013). En el estudio que se realizó en el Cercado de Lima dieron que los niveles de ruido a que están expuestas las personas del transporte público superan las mediciones de 75 dB, según (Solis, 2013).

El Ruido Ambiental es generado por el aumento del tránsito vehicular, público o privado y otros factores externos, una de las soluciones para el planteamiento para contra restar dicho problema son las barreras acústicas y los métodos de atenuación del ruido que han sido ampliamente desarrollados desde hace tiempo, (Redondo, 2020). Según (Olaguecaballero et al., 2016) las construcciones de barreras acústicas reducen de 5 dBA a 10 dBA a diferencia de otras medidas de mitigación. Según (Victoria et al., 2015) en un análisis real de simulación y control de ruido ambiental realizado en una fuente de construcción del Metro, dieron como resultado que las medidas de mitigación de barreras de sonido o acústicas implementadas fueron muy eficientes, siendo los niveles de ruido diurnos de la fuente en la Fase II, fueron de $Leq = 64,1$ dBA, 2,7 decibelios por debajo del nivel de ruido de fuente diurno anterior ($Leq = 66,8$ dBA, Fase I). Se realizará para la disminución de ruido ambiental las barreras Acústicas verticales. Y así lograr plantear distintas reflexiones y profundizar diferentes enfoques metodológicos para un territorio más natural (Martínez, 2016) y (Velis et al., 2019).

En el presente tiene como objetivo evaluar la disminución de Ruido Ambiental Vehicular mediante la aplicación de Barrera Acústica Vertical implementada en la localidad de Santa Eulalia, Lima - Perú.

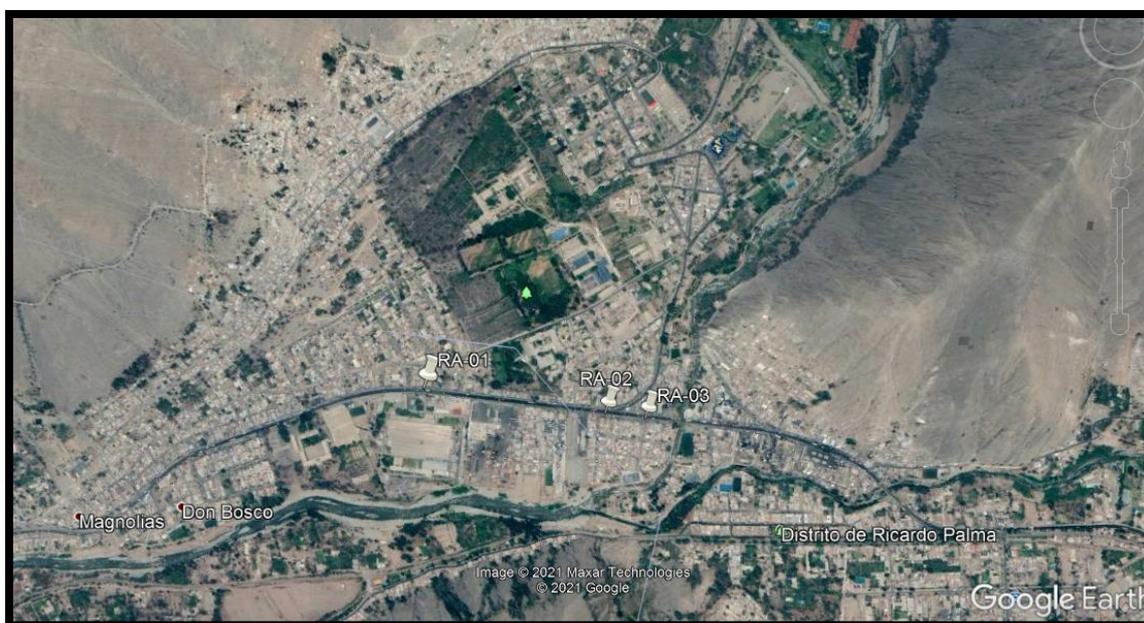
2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El monitoreo de ruido ambiental vehicular implementando las barreras acústicas vertical que fue llevado a cabo en tres (03) puntos que se encuentren cerca de mayor tránsito vehicular; en el distrito de Santa Eulalia, Provincia Huarochirí y Departamento Lima. Lo cual se presenta en la siguiente ilustración:

Tabla 1: Situado en las siguientes estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental vehicular

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO	COORDENADAS
RA-01	Prolongación Lima Nte. 863, Lurigancho-Chosica.	317822.90 E 8681670.46 S
RA-02	En la entrada de la agrupación Julio Cezar Tello	318262.50 E 8681613.64 S
RA-03	Al frente del grifo PRIMAX	318359.01 E 8681601.98 S



Fuente: GOOGLE EARTH 2018

Ilustración 1: Ubicación de los puntos de monitoreo del proyecto

2.2. Equipos y materiales:

Para la realización del proyecto para pre (sin barrera) y post (con barrera) de monitoreo de ruido ambiental vehicular implementando las barreras acústicas vertical, se utilizaron los siguientes insumos e materiales:

Tabla 2: Equipo utilizado en el proyecto

MATERIAL	MARCA	UNIDAD	CANTIDAD
Sonómetro Clase I	BSWA TECH	UND	01
GPS	GARMIN	UND	01
Cámara Fotográfica	SAMSUNG	UND	01

Tabla 3: Materiales para el proyecto

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
Geotextil 400gr	M	10
Madera	M	10
Clavo	UND	20
Planta Ornamentales	UND	70
Tierra Negra	KG	30
Lapicero	UND	02
Tablero	UND	01
Hoja de campo	UND	10
Tripode	UND	01

2.3. Área de estudio

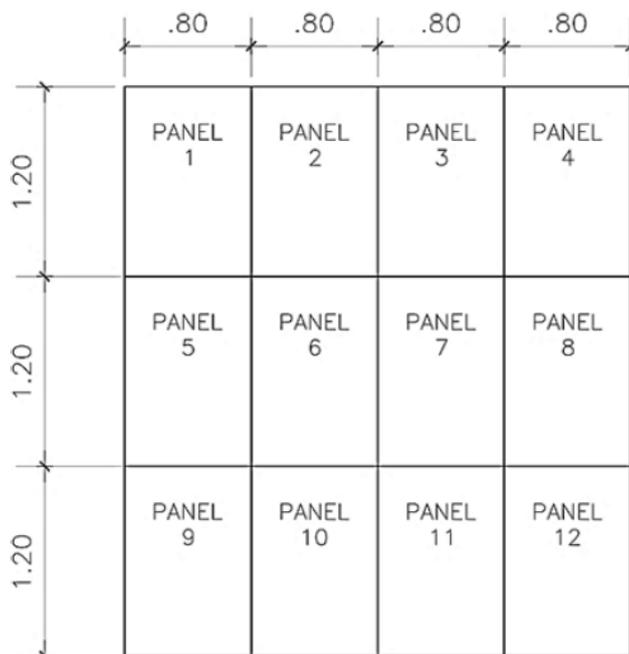
Para la realización del proyecto, se tendrá que determinar los puntos de fuente de generación de ruido ambiental vehicular en la localidad.

2.4. Pre monitoreo del nivel de ruido ambiental vehicular

- El sonómetro debe estar alejado de la fuente de generación de ruido, como de las superficies (suelo, paredes, techo, objetos, etc.)
- El técnico encargado del monitoreo debe aislarse lo máximo posible del equipo para evitar alteraciones. “Se debe realizar siempre en cuando las características del equipo no requieran contener al operador cerca. En caso lo contrario, deberá mantener una distancia apropiada que le permita tomar la medida sin apantallar el sonómetro. El uso del trípode será indispensable.
- Abandonar la medición si hay fenómenos climatológicos desfavorables que generan ruido: lluvia, granizo, tormenta, etc.
- Detallar cualquier incidente inesperado que genere ruido.
- Se debe tomar nota de la cantidad de vehículos que pasan en el transcurso de la medición, distinguiendo los tipos (por ejemplo: pesados y livianos).

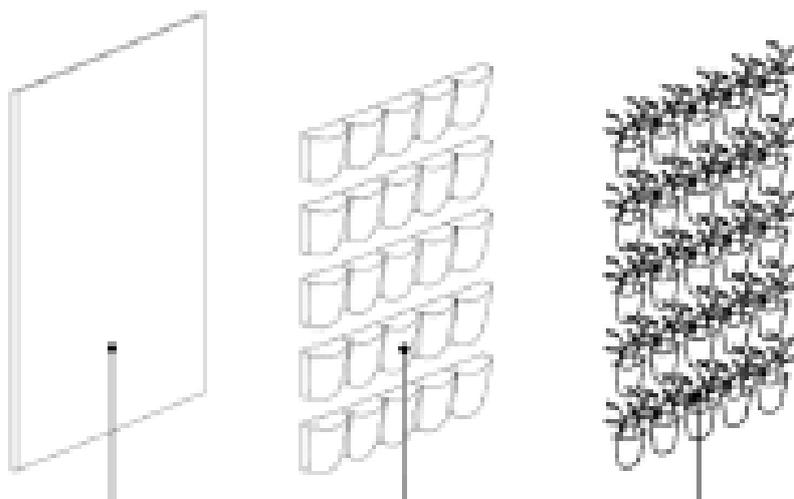
2.5. Elaboración de barreras acústicas verticales

- Elaboración de 2 x 2 metros de geotextil de 400gr.
- Colocación de las plantas ornamentales en el geotextil de 400gr.



Fuente: Revista elektron, Vol. 3, No. 1, pp. 10-15 (2019)

Ilustración 2: Esquema de armado de paneles para la absorción del nivel de ruido.



Fuente: Revista elektron, Vol. 3, No. 1, pp. 10-15 (2019)

Ilustración 3: Esquema de un módulo de jardín vertical

2.6. Post de monitoreo del nivel de ruido ambiental vehicular

- Colocar las barreras acústicas verticales a 2 metros de la medición con el sonómetro.
- El sonómetro debe estar alejado al máximo de la fuente de generación de ruido, como de superficies reflectantes (suelo, paredes, techo, objetos, etc.)
- El técnico encargado del monitoreo debe aislarse lo máximo posible del equipo para evitar apantallar el mismo. “Esto se realizará siempre en cuando las características del equipo no requieran tener al operador cerca. En caso lo solicite, deberá mantener una distancia apropiada que le permita tomar la medida sin apantallar el sonómetro. El uso del trípode será indispensable.

- Abandonar la medición si hay fenómenos climatológicos desfavorables que generan ruido: lluvia, granizo, tormenta, etc.
- Detallar cualquier incidente inesperado que genere ruido.
- Se debe tomar nota de la cantidad de vehículos que pasan en el transcurso de la medición, distinguiendo los tipos (por ejemplo: pesados y livianos).

2.7. Comparación de los resultados del Pre (sin barreras) y Post (con barreras) del monitoreo de ruido ambiental vehicular

- Recopilar los datos pre (sin barrera) y post (con barrera) del monitoreo de ruido ambiental obtenidos en campo.
- Ingresar los datos obtenido en pre (sin barrera) y post (con barrera) del monitoreo de ruido ambiental e ingresarlos al software de SSPP la data.

3. RESULTADOS

En las siguientes tablas se observa cómo se encuentra influyendo al implementar las barreras acústicas. De tal manera que se observa el resultado de la atenuación de ruido ambiental:

Tabla 4: Resultado del primer punto (RA-01) de Pre (sin barrera) y Post (con barrera) de monitoreo de ruido ambiental vehicular

RA-01						
Cantidad de vehículos (por min.)	Tipo de vehículo	Hora	Muestra	Sin Barrear - Pre	Con barrera - post	Atenuación
				Equiv.	Equiv	
10	Liviano, pesados	12:30	1	72.5	70.8	1.7
8	Liviano, pesados	12:40	2	73.1	71.2	1.9
9	Liviano, pesados	12:30	3	72	70.7	1.3
11	Liviano, pesados	12:25	4	73.2	70.9	2.3
13	Liviano, pesados	12:35	5	71.7	71.3	0.4
10	Liviano, pesados	12:20	6	72.7	71.5	1.2
8	Liviano, pesados	12:00	7	72.4	71.4	1
10	Liviano, pesados	12:30	8	71.9	70.9	1
9	Liviano, pesados	12:30	9	72.8	71.2	1.6
9	Liviano, pesados	12:10	10	71.9	71	0.9
8	Liviano, pesados	12:20	11	73	71.2	1.8
9	Liviano, pesados	12:20	12	71.7	71.1	0.6
10	Liviano, pesados	12:40	13	71.8	70.2	1.6
10	Liviano, pesados	12:30	14	72	70.1	1.9
11	Liviano, pesados	12:25	15	71.7	69.9	1.8
PROMEDIO						1.4

Tabla 5: Resultado del segundo punto (RA-02) de Pre (sin barrera) y Post (con barrera) de monitoreo de ruido ambiental vehicular

RA-02						
Cantidad de vehículos (por min.)	Tipo de vehículo	Hora	Muestra	Sin Barrear - Pre	Con barrera - post	Atenuación
				Equiv	Equiv	
7	Liviano, pesados	13:10	1	73.4	65.7	7.7
6	Liviano, pesados	13:20	2	70.1	65.5	4.6
7	Liviano, pesados	13:30	3	72.2	65.3	6.9
5	Liviano, pesados	13:30	4	73.2	64.8	8.4
8	Liviano, pesados	13:25	5	69	64.9	4.1
6	Liviano, pesados	13:15	6	72	64.7	7.3
6	Liviano, pesados	13:20	7	73.2	65	8.2
8	Liviano, pesados	13:30	8	72.9	65.2	7.7
6	Liviano, pesados	13:15	9	72.7	64.9	7.8
6	Liviano, pesados	13:20	10	72.8	64.8	8
7	Liviano, pesados	13:25	11	73	65.1	7.9
8	Liviano, pesados	13:25	12	73.2	64.8	8.4
8	Liviano, pesados	13:20	13	72.9	64.9	8
8	Liviano, pesados	13:25	14	72.9	64.7	8.2
7	Liviano, pesados	13:30	15	73.3	65.1	8.2
PROMEDIO						7.43

Tabla 6: Resultado del tercer punto (RA-03) de Pre (sin barrera) y Post (con barrera) de monitoreo de ruido ambiental vehicular

RA-03						
Cantidad de vehículos (por min.)	Tipo de vehículo	Hora	Muestra	Sin Barrear Pre	Con barrera post	Atenuación
				Equiv.	Equiv	
12	Liviano, pesados	15:00	1	71.1	68.9	2.2
10	Liviano, pesados	15:20	2	70.9	68.7	2.2
12	Liviano, pesados	15:15	3	70.8	68.8	2
9	Liviano, pesados	15:25	4	70.8	68.7	2.1
9	Liviano, pesados	15:20	5	70.7	69	1.7
10	Liviano, pesados	15:15	6	70.8	68.7	2.1
11	Liviano, pesados	15:00	7	71.1	68.5	2.6
11	Liviano, pesados	15:10	8	70.9	68.3	2.6
9	Liviano, pesados	15:10	9	70.8	67.9	2.9
13	Liviano, pesados	15:05	10	71	68.2	2.8
11	Liviano, pesados	15:00	11	71.2	67.8	3.4
10	Liviano, pesados	15:00	12	70.8	68	2.8
13	Liviano, pesados	15:20	13	71.1	68.3	2.8
12	Liviano, pesados	15:15	14	71.2	67.1	4.1
10	Liviano, pesados	15:00	15	71.3	69.2	2.1
PROMEDIO						2.56

Como se puede observar si existe disminución en la atenuación de ruidos realizados en los tres puntos evaluados ahora se realizará a realizar estadísticamente para conocer los resultados:

Tabla 7: Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RA-03 con barrera	.213	15	.066	.907	15	.120
RA-03 sin barrera	.170	15	,200*	.949	15	.502
RA-01 con barrera	.237	15	.024	.877	15	.043
RA-01 sin barrera	.172	15	,200*	.896	15	.082
RA-02 con barrera	.188	15	.159	.846	15	.015
RA-02 sin barrera	.210	15	.075	.852	15	.019

**Este es un límite inferior de la significación verdadera.*

De acuerdo a la evaluación realizada en la prueba de normalidad se utilizará Spearman para realizar la correlación de la evaluación de los puntos con y sin barrera acústica que se muestra a continuación:

Tabla 8: Resultado de la diferencia de niveles de ruido con y sin barrera acústica vertical.

CORRELACIONES				
			RA-01 con barrera	RA-01 sin barrera
Rho de Spearman	RA-01 con barrera	Coefficiente de correlación	1.000	0.326
		Sig. (bilateral)		0.236
		N	15	15

	RA-01 sin barrera	Coeficiente de correlación	0.326	1.000
		Sig. (bilateral)	0.236	
		N	15	15
			RA-02 con barrera	RA-02 sin barrera
Rho de Spearman	RA-02 con barrera	Coeficiente de correlación	1.000	0.096
		Sig. (bilateral)		0.733
		N	15	15
	RA-02 sin barrera	Coeficiente de correlación	0.096	1.000
		Sig. (bilateral)	0.733	
		N	15	15
			RA-03 con barrera	RA-03 sin barrera
Rho de Spearman	RA-03 con barrera	Coeficiente de correlación	1.000	-0.196
		Sig. (bilateral)		0.485
		N	15	15
	RA-03 sin barrera	Coeficiente de correlación	-0.196	1.000
		Sig. (bilateral)	0.485	
		N	15	15

En el punto de monitoreo R1 si tiene una correlación positiva baja muy diferente a los otros dos puntos de monitoreo R2 y R3 donde no existe correlación con los valores medios de ruido ambiental con y sin barrera acústica.

Tabla 9: Resultado de diferencia de niveles de ruido con y sin barrera acústica.

PRUEBA DE MANN-WHITNEY				
Rangos				
Nombre de barrera		N	Rango promedio	Suma de rangos
RA-01	1,00	15	23.00	345.00
RA-02	2,00	15	8.00	120.00
RA-03	Total	30		

Tabla 10: Estadísticos de prueba

	RA-01, RA-02, RA-03
U de Mann-Whitney	0.000
W de Wilcoxon	120.000
Z	-4.672
Sig. asintótica (bilateral)	0.000
Significación exacta	,000b
[2*(sig. unilateral)]	

a. Variable de agrupación: Nombre de barrera

b. No corregido para empates.

Se puede observar que en los puntos de RA1, RA2, RA3 si existe diferencia significativa por lo cual se puede afirmar que la barrera acústica vertical si cumple con atenuar los niveles de ruido vehicular por lo cual se puede implantar para evitar ruidos molestos en la población.

Resultado de atenuación de ruido obtenido en la evaluación con y sin barrera acústica

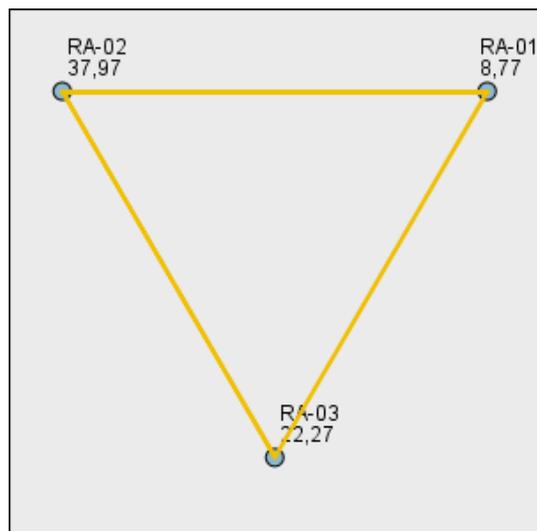


Ilustración 4: Comparación entre parejas de zona de estudios

Tabla 11: Cada nodo muestra el rango de muestras de zona de estudio

Muestra 1 Muestra 2	Estadístico de contraste	Error estándar	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. Ajust.
RA-01 RA-03	-13,500	4,792	-2817	,005	,015
RA-01 – RA-02	-29,200	4,792	-6,093	,000	,000
RA – 03 – RA-02	15,700	4,792	3,276	,001	,003

*Cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas.

Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de 05.

Los valores de significación se han ajustado con la corrección Bonferroni en varias pruebas-

Es significativo y existe diferencia de atenuación de ruido evaluados en los tres puntos de monitoreo en R1 hay una mayor atenuación, R3 existe una atenuación media y en punto R2 la atenuación es menor como se puede observar de acuerdo a los resultados obtenidos nuestra barrera acústica vertical si funciona para disminuir los niveles de ruido generados por los vehículos por lo cual se puede implementar como barrera acústica

4. DISCUSIÓN

Desacuerdo al autor (Abad et al., (2011), (Amable et al., (2017) y (Quiroz et al., (2013) nos comentan que la contaminación por ruido constituye una problemática ambiental que se ha incrementado con el desarrollo tecnológico, comercial e industrial para la sociedad actual. Teniendo consecuencias sobre la salud humana es por esa razón que la Organización Mundial de la Salud (OMS) decidió catalogarlo genéricamente como un tipo más de contaminación. Según (Cohen &

Castillo, 2017) esta contaminación, afecta el ambiente y el paisaje sonoro de ciudades, paradójicamente de forma discreta, pero con importantes repercusiones en la salud y calidad de vida de las personas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) nos aconseja vivir en ambientes en los que haya menos de 65 dB de ruido o sonido y asegura que por encima de los 80 dB existe riesgo de daño severo según lo menciona (Solis, 2013). De tal manera que en el pre monitoreo de la ilustración 5 se puede observar en el punto dos de monitoreo se tuvo como resultado 73.4 dBA, lo cual se obtuvo como el nivel de ruido ambiental vehicular más alto siendo perjudicial para los pobladores de la localidad de Santa Eulalia ya que superan los 65 dB que es recomendado por la OMS. Por otro lado un estudio realizado en el Cercado de Lima dieron que los niveles de ruido a que están expuestos las personas del transporte público superan las mediciones de 75 dB, según (Solis, 2013). Esto quiere decir que

Según (Redondo, 2020) nos menciona que desde hace tiempo una de las soluciones para contra restar dicho problema son las barreras acústicas y los métodos de atenuación del ruido. Las Una de las alternativas que nos menciona (Martínez, 2016) y (Velis et al., 2019), para la disminución de ruido ambiental son las barreras Acústicas verticales. Y así lograr plantear distintas reflexiones y profundizar diferentes enfoques metodológicos para un territorio más natural. Una de las opciones para la disminución de ruido ambiental vehicular que utilice es el método de barrera acústica vertical de la cual en el post monitoreo se pudo reducir en el punto dos que se obtuvo como resultado 64.7dBA siendo el nivel más bajo al momento del monitoreo de ruido ambiental vehicular. Esto también se debe que la cantidad de vehículos que transcurrían por minuto era de cinco a ocho vehículos livianos pesados.

La medidas de mitigación según (Olague-caballero et al., 2016) en la construcción de barreras acústicas reducen de 5 dBA a 10 dBA a diferencia de otras medidas de mitigación. Con respecto a la atenuación sonora que obtuvimos en el punto de monitoreo dos tiene una variación que va desde 4.1dBA a 8.4 dBA, debido a las propiedades de absorción que posee la barrera. Es aceptable según el rango que nos menciona (Olague-caballero et al., 2016), finalmente en comparación de un caso real en una simulación y control del ruido ambiental generado por un Frente de construcción del Metro dieron como resultado que las medidas de mitigación de barreras de sonido o acústicas implantadas fueron muy eficientes, habiendo una diferencia de 2.7 dBA según (Victoria et al., 2015), eso quiere decir que las barreras acústicas son eficientes para la disminución del ruido ambiental.

5. CONCLUSIONES

Al momento de evaluar los resultados obtenidos del monitoreo de ruido ambiental vehicular se puede concluir que es factible las barreras acústicas verticales para así lograr la disminución del ruido ambiental en la localidad de Santa Eulalia. Se obtuvo como promedio en la atenuación sonora en los puntos N°1: 1.4, N° 2: 7.43 y N°3: 2.56. Asimismo, se concluye que en el resultado obtenido en el punto N°2 tuvo una atenuación sonora más eficiente que en el punto N° 1 y 3, esto se debió a factores externos ya que durante el monitoreo en el punto contuvo una frecuencia menor de vehículos livianos y pesados, que en los otros puntos. Se concluye que luego de las instalaciones de la barrera acústica vertical para la disminución del ruido ambiental el nivel de ruido es favorable para los pobladores de la localidad.

6. REFERENCIA

- Abad Toribio, L., Colorado Aranguren, D., Martín Ruiz, D., & Retana Maqueda, M. J. (2011). Ruido ambiental, seguridad y salud. *Tecnología y Desarrollo*, 9, 1–24.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3719298&info=resumen&idioma=SPA>
- Amable, I., Méndez, J., Delgado, L., Acebo, F., de Armas, J., & Rivero, M. L. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39(3), 640–649
- Cohen, M. A., & Castillo, O. S. (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 32(1), 65–96.
- Estrada, C., & Mendez, I. (1997). Impacto Del Ruido Ambiental En Estudiantes De Educación Primaria De La Ciudad De México. *Revista Latinoamericana De Medicina Conductual*, 1, 4.
- Martínez, C. (2016). *Trees in Urban Ecosystem : Connection between New Urbanism , Society and Rational Risk Management* 1. 21. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.iyu20-1.tuec>
- Olague-caballero, C. O., Wenglas-lara, G., & Duarte-rodríguez, J. G. (2016). Contaminación por ruido en carreteras de acceso a la ciudad de Chihuahua Noise pollution in access roads to the city of Chihuahua. *CienciaUAT*, 11(1), 101–115.
- Olmos, E. (2002). *Evaluación de la Pérdida de Inserción de una Barrera Acústica Aplicada en un Proyecto Lineal*. 99
- Ortega B., M., & Cardona M., J. M. (2005). Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 23(2), 70–77.
- Quiroz, L., Hernández, L. J., Corredor, J. C., Rico, V. A., Rugeles, C., & Medina, K. (2013). Efectos auditivos y neuropsicológicos por exposición a ruido ambiental en escolares, en una localidad de Bogotá, 2010. *Revista de Salud Publica*, 15(1), 116–128.
- Redondo, J. (2020). *HELMHOLTZ EN METAMATERIALES ACÚSTICOS PERIÓDICOS EN FUNCIÓN DE LA ORIENTACIÓN DE INCIDENCIA DE LA Introducción Modelo de simulación ideal*. 1–13.
- Solis, I. (2013). Influencia de la contaminación sonora en la salud pública del poblador del mercado de Lima. *Paideia*, 3, 47–59.
- Velis, A., Posse, C., Rizzo, A., & Malfa, L. (2019). *Absorción Acústica de Jardines Verticales*. 3(1), 10–15.
- Victoria, H., Rastelli, V., & Montbrun, N. (2015). Simulación y control del ruido ambiental generado por un Frente de construcción del Metro. Análisis de un caso real. *Ciencia e Ingeniería*, 37(1), 29–36.

7. ANEXOS

ANEXO N°1: Evidencia fotográfica de Pre y Post de monitoreo de ruido ambiental vehicular.

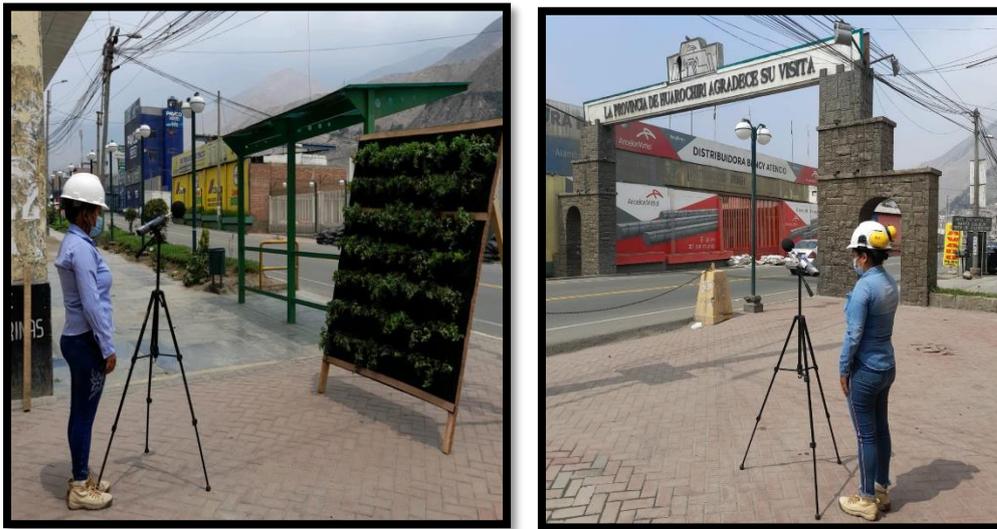


Figura 1: Pre y post de monitoreo de ruido ambiental vehicular RA-01



Figura 2: Pre y post de monitoreo de ruido ambiental vehicular RA-02



Figura 3: Pre y post de monitoreo de ruido ambiental vehicular RA-03

ANEXO N°2: Certificado de calibración del equipo de monitoreo



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LAC - 101 - 2020

Laboratorio de Acústica

Página 1 de 9

Expediente	1038627	<p>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)</p> <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>
Solicitante	PREMCO PROYECTOS GENERALES E.I.R.L.	
Dirección	Jr. Los Rubies 1738 Urb. Flores 78	
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	BSWA TECH	
Modelo	BSWA 308	
Procedencia	CHINA	
Resolución	0,1 dB	
Clase	1	
Número de Serie	550009	
Micrófono	NO INDICA	
Serie del Micrófono	530706	
Fecha de Calibración	2020-07-20	

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

	Responsable del área	Responsable del laboratorio
		
	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
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 101 – 2020

Página 2 de 9

Método de Calibración

Segun la Norma Metrología 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	23,3 °C ± 0,1 °C
Presión	995,5 hPa ± 0,3 hPa
Humedad Relativa	51,9 % ± 0,3 %

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia de CENAM Certificados CNM-CC-510-038/2019 CNM-CC-510-044/2019 CNM-CC-510-030/2019 CNM-CC-510-042/2019	Calibrador acústico multifunción B&K 4226	INACAL DM LAC-235-2019
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 http://sim.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe y Certificado LE-119-2017	Generador de funciones Agilent 33220A	INACAL DM LTF-C-172-2018
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-172-2018 y Certificado INACAL DM LE-908-2017	Atenuador de 70 dB PASTERNAK PE70A1023	INACAL DM LAC-243-2019

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 1 establecidas en la norma IEC 61672-1:2002, excepto el ensayo de ruido intrínseco.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 101 – 2020

Página 3 de 9

Resultados de Medición

RUIDO INTRINSECO (dB)

Micrófono instalado (dB)	Limite max. en L_{Aeq}^1 (dB)	Micrófono retirado (dB)	Limite max. en L_{Aeq}^1 (dB)
18,8	18	6,8	11

Nota: la medición se realizó en el rango 21,0 dB a 136,0 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 su adaptador capacitivo.

¹⁾ 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 21,0 dB a 136,0 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	-0,1	0,2	± 1,5
1000	0,0	0,2	± 1,1
8000	-0,4	0,3	+ 2,1; - 3,1

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 – 101 – 2020

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 (91 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	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
125	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,5
250	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,4
500	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,4
2000	0,1	0,3	0,1	0,3	± 1,6
4000	0,2	0,3	0,2	0,3	± 1,6
8000	0,6	0,3	0,6	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	-3,1	0,3	-3,1	0,3	+ 3,5;- 17,0

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	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
125	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
250	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
500	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
2000	0,1	0,3	0,1	0,3	± 1,6
4000	0,2	0,3	0,2	0,3	± 1,6
8000	0,6	0,3	0,6	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	-3,2	0,3	-3,2	0,3	+ 3,5;- 17,0

Instituto Nacional de Calidad - INACAL

Dirección de Metrología

Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú

Tel.: (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 – 101 – 2020

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	0,0	0,3	± 1,5
125	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
250	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
500	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
2000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
4000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
8000	-0,1	0,3	-0,1	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	0,0	0,3	0,0	0,3	+ 3,5;- 17,0

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



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 101 – 2020

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_{AF}
- 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)
133	133,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
132	132,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
131	131,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
130	130,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
129	129,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
124	124,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
119	119,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
114	114,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
109	109,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
104	104,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
99	99,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
94	94,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
89	89,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
84	84,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
79	79,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
74	74,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
69	69,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
64	64,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
59	59,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
54	54,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
49	49,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
44	44,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
39	39,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
34	34,0	0,0	0,3	$\pm 1,1$
29	29,1	0,1	0,3	$\pm 1,1$
24	24,1	0,1	0,3	$\pm 1,1$
23	23,1	0,1	0,3	$\pm 1,1$

Nota: Para los niveles de 79 dB hasta 23 dB se utilizaron atenuadores.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 101 – 2020

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.* δ_{ref} (dB)	Diferencia (D - δ_{ref}) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	133,0	132,0	-1,0	-1,0	0,0	0,3	$\pm 0,8$
2	133,0	114,9	-18,1	-18,0	-0,1	0,3	+ 1,3; - 1,8
0,25	133,0	105,8	-27,2	-27,0	-0,2	0,3	+ 1,3; - 3,3

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.* δ_{ref} (dB)	Diferencia (D - δ_{ref}) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	133,0	125,6	-7,4	-7,4	0,0	0,3	$\pm 0,8$
2	133,0	105,9	-27,1	-27,0	-0,1	0,3	+ 1,3; - 3,3

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.* δ_{ref} (dB)	Diferencia (D - δ_{ref}) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	133,0	126,0	-7,0	-7,0	0,0	0,3	$\pm 0,8$
2	133,0	106,0	-27,0	-27,0	0,0	0,3	+ 1,3; - 1,8
0,25	133,0	96,8	-36,2	-36,0	-0,2	0,3	+ 1,3; - 3,3

Nota: La medición se realizó en la función SEL (Nivel de exposición al ruido según manual del instrumento).



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 101 – 2020

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 (21,0 dB a 136,0 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	128,0	130,8	2,8	3,4	-0,6	0,3	$\pm 2,4$
500 Hz ⁺	128,0	130,2	2,2	2,4	-0,2	0,3	$\pm 1,4$
500 Hz ⁻	128,0	130,2	2,2	2,4	-0,2	0,3	$\pm 1,4$

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 (21,0 dB a 136,0 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)
133,4	133,4	0,0	0,3	1,8

Nota:

Los ensayos se realizaron con su preamplificador BSWA MA231T 550003.

Se utilizó el manual de usuario del equipo proporcionado en inglés, BSWA TECH, BSWA 308, Sound Level Meter, User Manual, No.BSWA-III-C021-03-0115, Version: V1.00. Sep. 2010.

El sonómetro tiene grabado en la placa las designaciones: IEC 61672-1:2013 Class 1; IEC 61260-1:2014 Class 1; IEC 60651:1979 Type 1; IEC 60804:2000 Type 1.

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

Instituto Nacional de Calidad - INACAL

Dirección de Metrología

Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú

Tel.: (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 – 101 – 2020

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 que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; 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 brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

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.