



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Eficiencia de planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos para reducir niveles de ruido”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniera Ambiental**

AUTORA:

Kelly Katherine Sanchez Aiquipa

ASESOR:

Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de residuos solidos

LIMA – PERÚ

2018

## DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mi hija Julieth por ser el pilar y motivación en mi vida.

A mis padres por todo el apoyo brindado durante estos años.

Y a la Universidad César Vallejo por ser la Institución que me brindó la oportunidad de estudiar esta maravillosa carrera.

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar a través de estas líneas mi más profundo agradecimiento, primero a DIOS por haberme brindado salud, energía y fuerza necesaria para cumplir mis objetivos.

Luego a mis padres y a todas aquellas personas involucradas que sumaron para conseguir y cumplir mi meta, a través de su tiempo brindado y apoyo.

Finalmente, de manera especial a mi asesor el Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez por brindarme sus consejos, experiencias y críticas para este trabajo.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1 INTRODUCCION .....	1
1.1 Realidad Problemática .....	2
1.2 Trabajos previos .....	3
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	7
1.3.1 Marco Teórico. ....	7
1.4 Formulación del problema .....	14
1.4.1 Problema General .....	14
1.4.2 Problema Específico. ....	14
1.5 Justificación del estudio .....	14
1.6 Hipótesis.....	15
1.6.1 Hipótesis general.....	15
1.6.2 Hipótesis específico.....	15
1.7 Objetivos. ....	16
1.7.1 Objetivo general.....	16
1.7.2 Objetivo específico.....	16
2 MÉTODO.....	17
2.1 Diseño, tipo y Nivel de investigación. ....	17
2.1.1 Tipo de investigación.....	17
2.2 Variables, operativización .....	17
2.3 Población y muestra.....	17
2.3.1 Población .....	17
2.3.2 Muestra. ....	18
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	20
2.4.1 Técnicas de recolección de datos.....	20
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	20
2.4.3 Validez y confiabilidad.....	20
2.4.4 Métodos de análisis de datos.....	22
2.4.5 Recolección de residuos.....	22
2.4.6 Procesamiento de los residuos orgánicos.....	22
2.4.7 Elaboración de la plancha acústica .....	28

2.4.8	Medición de las planchas acústicas.....	29
2.5	Aspectos éticos.....	30
3	RESULTADOS .....	31
	CONCLUSIONES .....	43
4	RECOMENDACIONES .....	44
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
	ANEXO N°1 Ficha de medición de ruido.....	47
	ANEXO N°2 Ficha de análisis de ruido .....	48
	ANEXO N°4 Matriz de consistencia .....	49
	ANEXO N°5 Matriz de operacionalización.....	51
	ANEXO N°6 Certificado de calibración del sonómetro.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribucion de mezclas .....	19
Tabla 2. Instrumentos de recolección de datos .....	21
Tabla 3. Resultados de la medición de la Caja N°1 .....	31
Tabla 4. Resultados de la medición de la Caja N°2 .....	32
Tabla 5. Resultados de la medición de la Caja N°3 .....	33
Tabla 6. Resultados de la medición de la Caja N°4 .....	34
Tabla 7. Promedio de eficiencia de la caja acustica .....	35
Tabla 8. Niveles de ruido por cajas acústicas .....	36
Tabla 9. Niveles de ruido sin cajas acústicas .....	37
Tabla 10. Prueba de normalidad .....	38
Tabla 11. Prueba de normalidad para datos sin caja .....	39
En la Figura 14, se muestras la representación de la distribución de los valores de decibeles sin caja, a través de la aplicación de caja de tallos y hojas.....	39
Tabla 12. Analisis de ANOVA.....	40
Tabla 13. Pruebas post hoc - Subconjuntos homogéneos .....	41

## ÍNDICE DE IMAGEN

Figura 1. Generación de ondas sonoras por una superficie vibrante .....	7
Figura 2. Conceptos básicos de ruido ambiental .....	8
Figura 3. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.....	13
Figura 4. Muestra de los cuatro tipos de residuos orgánicos .....	18
Figura 6. Procesamiento de la coronta de maíz.....	24
Figura 7. Procesamiento del periódico .....	25
Figura 8. Procesamiento de la corona de piña.....	26
Figura 9. Procesamiento del cartón de huevo .....	27
Figura 10. Procesamiento de las planchas acústicas.....	28
Figura 11. Medición de las planchas acústicas.....	29
Figura 6. Resultados de la medición de la Caja N°1 .....	31
Figura 7. Resultados de la medición de la Caja N°2 .....	32
Figura 8. Resultados de la medición de la Caja N°3 .....	33
Figura 9. Resultados de la medición de la Caja N°4 .....	34
Figura 10. Resultados de la medición de la Caja N°4 .....	35
Figura 11. Cajas de los datos de decibeles medidijos sin caja. ....	39

## RESUMEN

La investigación tiene como objetivo general determinar la eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos para reducir niveles de ruido. Para ello, se realizó la elaboración de cuatro planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos en diferentes proporciones con un grosor de 3 cm de ancho y de dimensiones de 25 cm X 25 cm de cada lado, para construir una caja de 5 lados.

Se elaboró 4 tipos de muestras en diferentes proporciones, quedando de la siguiente forma; Muestra 1 (50% Coronta de maíz + 10% Periódico + 25% de corona de piña + 15% de cartón de huevo); Muestra 2 (15% Coronta de maíz + 50% Periódico + 10% de corona de piña + 25% de cartón de huevo); Muestra 3 (25% Coronta de maíz + 15% Periódico + 50% de corona de piña + 10% de cartón de huevo); Muestra 4 (10% Coronta de maíz + 25% Periódico + 15% de corona de piña + 50% de cartón de huevo).

El tiempo que transcurrió para la elaboración de cada plancha para formar la caja de 5 lados es de 4 horas por cada lado, que equivale a 20 horas. Así mismo se realizó para las otras 3 cajas restantes, Se realizó mediciones con bandas de octavas (63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1000 Hz; 2000 Hz; 4000 Hz).

Se concluye que las distintas proporciones de residuos orgánicos presentan diferentes porcentajes de reducción de ruido. Se obtuvo una absorción acústica del 30 % de decibeles, valor que está dentro de los Estándares de Calidad Ambiental de Ruido.

Palabras clave: Eficiencia, planchas acústicas, residuos orgánicos.

## **ABSTRACT**

The general objective of the research is to determine the efficiency of the acoustic plates based on four types of organic waste to reduce noise levels. In order to do so, four acoustic plates were produced based on four types of organic waste in different proportions with a thickness of 3 cm of width and of dimensions of 25 cm X 25 cm on each side, to build a box of 5 sides.

4 types of samples were produced in different proportions, leaving as follows; Sample 1 (50% corn COB 10% newspaper 25% Pineapple Crown 15% egg carton); Sample 2 (15% COB Maize 50% periodic 10% Pineapple Crown 25% egg carton); Sample 3 (25% cob Maize 15% newspaper 50% pineapple Crown 10% egg carton); Sample 4 (10% COB Maize 25% periodic 15% Pineapple Crown 50% egg carton).

The time spent for the preparation of each plate to form the 5-sided box is 4 hours per side, which is equivalent to 20 hours. Likewise, it was carried out for the other 3 remaining boxes, measurements were made with bands of octaves (63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1000 Hz; 2000 Hz; 4000 Hz).

It is concluded that the different proportions of organic waste present different percentages of noise reduction. An acoustic absorption of 30% of decibels was obtained, value that is within the standards of ambient noise quality.

Keywords: Efficiency, acoustic panels, organic waste.



## **1 INTRODUCCIÓN**

La realidad que manifiesta la ciudad Lima metropolitana referente al tema de reaprovechamiento de residuos es deficiente, siendo solo el 0.75% reaprovechado del total de la cantidad generada en los distritos que cuentan con el Programa de la Segregación en la Fuente.

La razón fundamental es involucrarse, para encontrar las mejores alternativas ecoeficientes. Según el contexto mencionado líneas arriba, el presente estudio tiene como objetivo determinar la eficiencia de la plancha acústica a base de cuatro tipos de residuos orgánicos (coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo) a diferentes porcentajes de proporción, para posteriormente aplicarlo en las diferentes industrias de acuerdo a los resultados obtenidos, así mismo nos permita efectuar la hipótesis planteada.

Básicamente se requiere evaluar la eficiencia de la plancha acústica a base de cuatro tipos de residuos orgánicos en distintas proporciones con el fin de determinar y caracterizar el comportamiento acústico de dichos materiales absorbentes del ruido y a través de los resultados la capacidad de absorción acústica de la plancha, permitiendo aplicar a las diferentes industrias acorde al coeficiente de absorción.

Finalmente, esto será realizado metodológicamente por un diseño experimental a nivel laboratorio para su posterior recomendación y aplicación a las diferentes industrias acorde con los resultados obtenidos.

## **1.1 Realidad Problemática**

En la actualidad hablar de contaminación acústica se ha convertido en una preocupación a nivel mundial, debido a que en los últimos años este ha ido incrementando desproporcionadamente, en algunos casos sobrepasan los límites máximos permisibles, siendo uno de los problemas ambientales más relevantes. Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) menciona que han sido identificados 37 puntos con un alto índice de contaminación sonora, lo que conlleva a que persona sufran de estrés, problemas de sueño, sorderas y agresividad; la Organización Mundial de Salud (OMS) indica que el límite permisible de ruido para el oído humano es de 55 decibeles.

La coordinadora nacional de la Estrategia Sanitaria de Seguridad Vial del Ministerio de Salud señaló que en Lima estamos expuestos sobre todo al uso excesivo del claxon y al volumen alto de la música en el transporte público. A esto se suma el ruido de las construcciones acrecentado por el boom inmobiliario. Asimismo, OEFA realizó un monitoreo realizado en el 2015 permitió elaborar un ranking de los 10 puntos más ruidosos de Lima y Callao. En el cruce de la Av. Santa Rosa con Av. Oscar Benavides, en Bellavista, se presentó el punto más crítico de contaminación sonora con 86,3 decibeles; seguido por el cruce de la Av. José Carlos Mariátegui con Jr. 1º de Mayo en El Agustino, con 84,9 decibeles; finalmente, el tercer punto crítico se identificó en la intersección de la Av. Javier Prado con Av. Manuel Holguín, en Santiago de Surco, con 84,5 decibeles.

Otra de las grandes preocupaciones es la deficiencia del reaprovechamiento de residuos sólidos, originando la contaminación de Residuos Sólidos, generados por el consumismo a través de los procesos tanto de fabricación como el uso de bienes y servicios, para la cual se debe tener un adecuado manejo, para prevenir riesgos en la salud como la contaminación ambiental. En un solo día cerca de diez millones de limeños generan más de 8,000 toneladas de residuos sólidos. Al mes esta cifra se convierte en más de 240,000 y al año en cerca de tres millones de toneladas de basura, informó la Organización para el Desarrollo Sostenible (ODS).

## 1.2 Trabajos previos

MARTÍNEZ NAVARRO, (2013), Indica que el tema de investigación tiene como finalidad estudiar los diferentes tipos de variabilidad de plásticos y tejidos para la elaboración de Carpas Acústicas, con la finalidad de determinar el coeficiente de absorción, pérdidas de transmisión y resistencia de flujo, para que sean comparadas con el modelo numéricos y analizadas luego, así como la selección de cuales son eficaces para el fin requerid, asegurando la absorción y aislamiento. Se evaluaron 33 materiales de los cuales 21 de ellos a un primer proveedor y 12 de otros a otro proveedor, de las cuales se evidencia valores a 0.80 de coeficiente de absorción a 3150 Hz. Siendo está el valor máximo en la cual podemos evidenciar que se caracteriza por ser poroso y absorbente como también se muestra valores de baja frecuencias que son consideradas a priori, teniendo menos de 0.50 cm de grosor, también se muestra de los otros materiales una tendencia diferente de valores máximos mayor a 0.90 a 125 Hz. Dicho comportamiento es conocido como efecto capa correspondiendo a un mínimo de reflexión que se considera un efecto de transmisión total asociado a la capa. La gran mayoría de estos materiales presentan un máximo de 200 Hz.

R. DEL REY, et. al. (2011). Menciona que la investigación de la lana de poliéster es una opción en el tratamiento PET, consiste en el ciclo de reciclado de botellas de plástico. Comparando los valores del coeficiente de absorción; en incidencia normal y la cámara reverberante de los materiales a partir de chip virgen y de las nuevas lanas obtenidas del PET. se plantea analizar el comportamiento acústico de las nuevas lanas a través de realizar un modelo empírico. Se obtuvieron resultados favorables, es por ello que ahora se sustituye en los procesos de fabricación la fibra reciclada en vez de la fibra virgen. Los estudios realizados muestran valores del ( $\alpha$ ) del poliéster reciclado por encima de 0.6 e incluso sobrepaso a 0.8 para frecuencias que fluctúan entre 1250 y 2500 Hz, mientras los rangos de frecuencias el parámetro de estudio de las lanas de poliéster virgen resulto por debajo de los 0.6; donde se concluye que estos nuevos materiales hecho de poliéster reciclado presentan propiedades de absorción acústica, así mismo se percibe durante la frecuencia del coeficiente de absorción en incidencia normal de las muestras de PET es similar al a crecimiento de la frecuencia de muestras de poliéster virgen.

BERTÓ CARBÓ LAURA (2015) Menciona que su trabajo de Tesis abarca el contexto de la acústica en la edificación y la acústica medioambiental en el desarrollo de nuevos eco materiales y soluciones constructivas sostenibles para edificación, insertando los materiales renovables. Plantea incorporarán eco materiales elaborador a partir de desechos de otros procesos de fabricación de fibras naturales o materiales reciclados que sean susceptibles a la conversión de materiales acústicos que puedan aplicarse en el sector de la construcción, medioambiente, industria e incluso transporte, es ello lo que implica la investigación basada en los tipos de materiales que cumplan con los objetivos y requisitos planteados. Es por ello que demostró las propiedades de los materiales reciclados en comparación de los materiales que tradicionalmente se usan en el campo de la acústica. En el desarrollo de la evaluación y muestreo realizado en el laboratorio de tamaño reducido, se incorporó eco materiales y Green Composites, dada la importancia y finalidad de homogeneizar los resultados obtenidos.

CELANO, JORGE ALBERTO (2008) Indica que la investigación tiene como fin el desarrollo de componentes constructivos a base de desperdicios de la industria de la madera como aserrín y virutas, una vez determinados los materiales se evaluó la factibilidad técnica para ser utilizado como aislante termo-acústico en el área de la acústica y la construcción en cambio de los materiales aislantes tradicionales como la fibra de vidrio, el poliestireno, y el poliuretano. Para los ensayos se realizaron probetas compuestas con el material (aserrín y viruta) en tres concentraciones diferentes 100-0% fino, 50-50% y 0-100% grueso; además de tres adhesivos como son el cemento portland, vinílico "D3", resina urea-formaldehído, que se mezclaron en concentraciones alta y baja. Esta investigación determino un total de 90 probetas a las cuales se le realizaron ensayos para determinar las propiedades físicas (térmicas y acústicas), mecánicas y tecnológicas (resistencia al fuego, agua) y condiciones de trabajabilidad y uso (manipulación, aserrado, disgregado) La técnica de ensayo se desarrolló en base a la normativa IRAM, que se registraron metódicamente para su posterior repetición. Los resultados de ensayos demostraron ser eficientes respecto al aislamiento térmico y como buen material absorbente acústico.

GIOVANNI DANIEL (2006) Comenta que este proyecto tiene por finalidad la fabricación de un panel absorbente de sonido con materiales de desecho, ofreciendo un excelente coeficiente de absorción que tiene como resultado una investigación laboriosa de materiales para su estructura, resinas de pegado, y la creación de un proceso de fabricación; que condujo a la confección de un material alternativo de óptimo desempeño. En el desarrollo de la investigación se estudiaron variedades de tipos de fibras textiles y vegetales, donde se analizaron las características físicas y técnicas. Estas fibras se compararon de acuerdo con las propiedades que se necesitan para la estructura del panel absorbente. El resultado de este proceso fue la selección de la fibra de poliéster que presenta excelentes características de absorción y durabilidad, y la fibra de coco que posee buena respuesta en frecuencias bajas y le da rigidez al panel. Al tener seleccionadas las fibras se realizaron pruebas y estudios sobre resinas de pegado que no alteraran las características de las fibras y que le proporcionaran buen desempeño y estructura al panel. Teniendo los componentes se buscó el método de elaboración, por medio de pruebas y análisis que diera como resultado un panel uniforme, compacto y con características absorbentes.

AUDIOTEC (2008). El Instituto de Acústica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas realizó un proyecto en el que se reutilizaron materiales de la industria automotriz para el acondicionamiento acústico, se escogió el caucho procedente de los neumáticos de desecho como material absorbente acústico ya que inicialmente sólo requiere de tratamientos mecánicos de mecanizado y molienda. Estos tratamientos conducen a un producto de granulometría acorde con las características de absorción acústica de gran efectividad. El objetivo de la empresa con este proyecto es solucionar el tan extendido problema de falta de amortiguación del ruido y vibraciones que sufren la mayoría de viviendas. Y conseguirlo de una manera eficiente, no contaminante y respetuosa con el medio ambiente. La compañía estima que todavía falta cerca de un año para que pueda comenzar a comercializarse e indica que se verán beneficiados con él, tanto potenciales clientes, como usuarios finales: constructoras, empresas instaladoras de soluciones acústicas en edificación, promotores y prescriptores técnicos de edificios, fabricantes de estos materiales (elastómeros acrílicos) y los inquilinos de las

viviendas.

ACEBEDO, A (2014). Menciona que este proyecto tiene como objetivo determinar el nivel de contaminación sonora e implementación de las jabas de huevo como aislantes acústicos en la empresa de Prefabricados en el distrito de Puente Piedra, con la finalidad de reducir la contaminación sonora y cumplir con el ECA, para el desarrollo de su investigación realizó monitoreos en el área de producción de la empresa para medir el ruido, posterior a ello diseño una medida de control utilizando el Drywoll y jabas de huevo, logrando reducir de 18 a 20 decibeles, concluyendo que las jabas de huevo son efectivo como materiales aislantes de ruido y contribuye a la reducción de la contaminación sonora durante el tiempo de exposición de los trabajadores.

PADILLA C. (2011). El desarrollo de su tesis tiene como finalidad desarrollar una solución de control de ruido para atenuar los niveles de presión sonora generados por la empresa Mestranza Beth y cumplir con la normativa vigente de los estándares de calidad ambiental de ruido, evaluó cuatro puntos en la parte externa e interna en la empresa, teniendo en cuenta las áreas más susceptibles, teniendo como resultado que lo niveles de ruido sobrepasaban el ECA, para lo cual diseño un revestimientos con dos planchas de OSB y en relleno de lana de vidrio que cubre la mayor parte del área del taller de la empresa, para que tenga mayor absorción acústica, durante las mediciones se evidencio una significativa reducción de ruido de 14.4 decibeles, concluyendo que el control de ruido logro ser efectivo.

### 1.3 Teorías relacionadas al tema

#### 1.3.1 Marco Teórico.

##### 1.3.1.1 Residuos Orgánicos

Cleanup (SF), menciona que los residuos orgánicos, son biodegradables, se componen naturalmente y tiene la propiedad de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otra materia orgánica. Los residuos orgánicos se componen de restos de comida y restos vegetales de origen domiciliario.

##### 1.3.1.2 Sonido

Según el Yeray Lozano (2015), Un sonido es un fenómeno físico que consiste en la alteración mecánica de las partículas de un medio elástico, producida por un elemento en vibración, que es capaz de provocar una sensación auditiva (**Figura 1**). Las vibraciones se transmiten en el medio, generalmente el aire, en forma de ondas sonoras, se introducen por el pabellón del oído haciendo vibrar la membrana del tímpano, de ahí pasa al oído medio, oído interno y excita las terminales del nervio acústico que transporta al cerebro los impulsos neuronales que finalmente generan la sensación sonora.

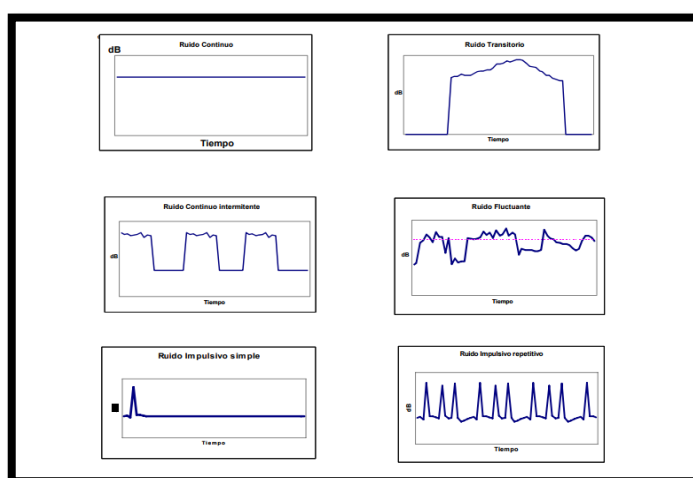


Fuente: Manual de medidas acústicas y control del ruido. Cyrill M. Harris.

**Figura 1. Generación de ondas sonoras por una superficie vibrante**

### 1.3.1.3 Ruido

Según La Comisión Nacional del Medio Ambiente (2001) el ruido es el contaminante más común, y puede definirse como cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable. (**Figura 2**) Así, lo que es música para una persona, puede ser calificado como ruido para otra. En un sentido más amplio, ruido es todo sonido percibido no deseado por el receptor, y se define al sonido como todo agente físico que estimula el sentido del oído. Tanto el ruido como el sonido se expresan en decibeles (dB) y se miden con unos instrumentos llamados Sonómetro.



Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Conceptos básicos del ruido Ambiental.

**Figura 2. Conceptos básicos de ruido ambiental**

### 1.3.1.4 Ruido urbano o ruido ambiental.

La Directiva del Parlamento Europeo define como ruido ambiental al sonido no deseado o nocivo generado por la actividad humana en el exterior, incluido el ruido emitido por medios de transporte, emplazamientos industriales o edificios industriales. El ruido urbano incluye todas las fuentes de ruido excepto el ruido al interior de los lugares industriales de trabajo. En general, el término ruido urbano hace referencia al ruido exterior en la vecindad de las áreas habitadas (NTP-ISO 1996-1: 2007).



### 1.3.1.5 Nivel Sonoro Decibel (dB)

Según Sara Ripoll (2010) indica que las presiones acústicas a las cuales es sensible el oído humano varían en un intervalo enorme. Así, el umbral inferior de la audición humana, es decir, la presión acústica mínima que provoca una sensación auditiva es  $2 \times 10^{-5}$  Pa, y el umbral máximo es de alrededor de 20 Pa. La manipulación de valores que cubren un campo tan extenso no resulta cómoda, por lo que se recurre a la utilización de otra escala, logarítmica, y otra unidad, el decibelio. Se define el nivel de presión sonora  $L_p$  por la expresión (I):

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad (I)$$

### 1.3.1.6 Contaminación sonora

Según OEFA (2016), Menciona que la contaminación sonora es la presencia en el ambiente de niveles de ruido que implique molestia, genere riesgos, perjudique o afecte la salud y al bienestar humano, los bienes de cualquier naturaleza o que cause efectos significativos sobre el medio ambiente.

### 1.3.1.7 Longitud de onda

MAPAMA (2018) define a la longitud de onda como la distancia entre dos puntos consecutivos en el mismo estado de vibración se denomina longitud de onda ( $\lambda$ ); La velocidad de propagación  $v$  es la distancia recorrida por la onda por unidad de tiempo. Si consideramos un ciclo completo, el tiempo será  $T$  y la distancia recorrida  $\lambda$ , cuya relación se muestra en la expresión (II):

$$v = \lambda / T \quad (II)$$

### 1.3.1.8 Frecuencia

Según MAPAMA (2018) menciona que el número de perturbaciones -pulsaciones- por segundo se llama frecuencia del sonido y se mide en hercios (Hz), como se muestra en la expresión (III). Las frecuencias más bajas se corresponden con lo que habitualmente llamamos sonidos “graves”; las frecuencias más altas se

corresponden con lo que llamamos “agudos”

$$f = 1 / T \quad \text{(III)}$$

#### **1.3.1.9 Amplitud**

La amplitud se refiere a la altura de la onda y significa la intensidad o volumen del sonido. Amplitud cero equivale a silencio, amplitudes pequeñas a sonidos leves y amplitud grande a sonidos fuertes o intensos. La amplitud se mide habitualmente en decibeles (dB). La escala auditiva varía entre 0 dB (umbral de audición) y 130 dB (umbral de dolor). Los sonidos superiores a 110 dB producen sensación dolorosa y la exposición permanente a esos niveles provoca la disminución de la capacidad auditiva.

#### **1.3.1.10 Absorción acústica**

Según el Portal El Ruido menciona que la propagación del sonido en espacios cerrados se ve influenciado por la presencia de las superficies que los limita. En efecto, las ondas sonoras, al chocar contra las paredes, pierden parte de su energía, al ser absorbida por ellas, reflejando el resto de energía al interior de las salas. En el caso ideal que los materiales que constituyen las paredes fuesen totalmente absorbentes, no existirían ondas reflejadas y la propagación sería similar a la que se presenta en situación de campo libre o anecoico. Si, caso contrario, las paredes del recinto fuesen totalmente reflejantes, las ondas sonoras sufrirían una serie de reflexiones; en esta situación, se dice que el campo es reverberante.

#### **1.3.1.11 Velocidad del sonido**

La velocidad del sonido en un gas ideal depende solo de su temperatura y composición. La velocidad tiene una dependencia débil en la frecuencia y en la presión en el aire ordinario, desviándose un poco del comportamiento ideal.

#### **1.3.1.12 Nivel de potencia sonora**

Una fuente sonora produce una cierta cantidad de energía por unidad de tiempo, esto es una cierta potencia sonora. Esta es una medida básica de cuanta energía

acústica puede producir una fuente sonora con independencia del contorno. La energía sonora fluye de la fuente al exterior, aumentando el nivel de presión sonora existente. Cuando se realiza la medición, éste no sólo dependerá de la potencia radiada y de la distancia radiada respecto de la fuente, también dependerá de la cantidad de energía absorbida y de la cantidad de energía transmitida. Puesto que la presión sonora es una magnitud variable de un punto a otro, en ciertas circunstancias es conveniente utilizar como medida de amplitud del sonido otras magnitudes en lugar de la presión. Se pueden utilizar tres magnitudes para definir la amplitud de una onda sonora, como se muestra en la expresión (IV):

$$L_w = 10 \cdot \log \left( \frac{W \text{ (vatios)}}{W_{ref}} \right) \quad (dB) \quad (IV)$$

donde  $W_{ref} = 10^{-12}$  wat.

#### 1.3.1.13 Nivel de presión sonora.

Debido al rango extraordinariamente amplio de la presión sonora, resulta conveniente utilizar una escala logarítmica para expresar sus valores. Así, se define el nivel de presión sonora,  $L_p$ , como se muestra en la expresión (V):

$$L_p = 20 \log_{10} \frac{P_{ef}}{P_{ref}} \quad (V)$$

#### 1.3.1.14 Tipos de ruido

En función al tiempo:

**Ruido de Fondo:** ruido que se percibe en una sala cuando la misma no realiza ninguna actividad.

**Ruido Estable:** Es la emisión de cualquier tipo de fuente que no presente fluctuaciones considerables mayor de 5 dB durante más de un minuto.

**Ruido Fluctuante:** Emitido por cualquier tipo de fuente y que presentan fluctuaciones por encima de 5dB durante un minuto.

**Ruido Intermitente:** Está presente sólo durante ciertos periodos de tiempo y que

son tales que la duración de cada una de estas ocurrencias es más que 5 segundos.

**Ruido Impulsivo:** Caracterizado por pulsos individuales de corta duración de presión sonora. La duración del ruido impulsivo suele ser menor a 1 segundo. (NTP-ISO 1996-1: 2007)

En función al tipo de actividad generadora de ruido:

Ruido generado por el tráfico automotor.

Ruido generado por el tráfico ferroviario.

Ruido generado por el tráfico de aeronaves.

Ruido generado por plantas industriales, edificaciones y otras actividades productivas, servicios y recreativas. (NTP-ISO 1996-1: 2007)

#### **1.3.1.15 Aislamiento Acústico.**

Consiste en impedir la propagación de una señal sonora a través del aire dentro del mismo recinto. Evitar que el ruido trascienda hacia el exterior o ingrese al interior. Esto es posible mediante la colocación de diferentes obstáculos reflectores para los que son necesarias paredes duras y pesadas que reflejan el sonido, pero no lo absorbe.

#### **1.3.1.16 Sonómetro**

Según OEFA (2015), menciona que es el aparato normalizado que se utiliza para medir los niveles de presión sonora.

#### **1.3.1.17 Sonómetro integrador**

Según OEFA (2015), son sonómetros que tienen la capacidad de poder calcular el nivel continuo, equivalente LAeqT, e incorporan funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles y algunos análisis en frecuencia

#### **1.3.1.18 Materiales acústicos absorbentes**

Según Jorge Parrondo (2006) menciona lo siguiente:

Materiales porosos. Tienen una estructura granular o fibrosa que permite el paso del aire por su interior. Es determinante su porosidad, el espesor del material y la geometría de los huecos internos.

Materiales por argamasa. Son mezclas de ingredientes secos con aglutinante

líquido, que se aplican en estado húmedo con paleta o pistola para formar superficies continuas del espesor deseado. Se aplican sobre capa de cemento o cualquier material.

Membranas resonadoras. Estas convierten la energía sonora en mecánica al deformarse ondulatoriamente un panel al ser excitado por el sonido, las absorciones máximas son para bajas frecuencias.

Resonadoras de Helmholtz. La disipación de energía se produce al hacer oscilar las ondas sonoras, el aire contenido en las pequeñas cavidades que presenta el material. Su coeficiente de absorción es muy elevado, pero abarca una banda de frecuencias, poniendo el material poroso en el interior de las cavidades, se amplía la anchura de la banda, pero disminuye el coeficiente de absorción.

### 1.3.1.19 Normativa Ambiental

En la normativa ambiental se menciona:

“Los Estándares de Calidad ambiental para ruido D.S. N°085-2003-PCM ” La norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, se consideran como parámetro el nivel de presión sonora continuo, equivalente con ponderación a LAeqT y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios que se establecen en la Figura 3.

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN L <sub>AeqT</sub>	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: DS 085-2003-PCM

**Figura 3. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema General**

¿Cuál es la eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos para reducir niveles de ruido?

### **1.4.2 Problema Específico.**

- ¿Cuáles son las características de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo?
- ¿Cuál es la proporción de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo?
- ¿Cuáles son las características de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos?
- ¿Cuál es nivel de reducción de ruido de las planchas acústicas elaboradas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos?

## **1.5 Justificación del estudio**

Se lleva a cabo este trabajo de investigación con la finalidad de reducir la contaminación sonora y reaprovechar los residuos para aplicarlos en las diferentes industrias, debido a que en la actualidad se percibe el aumento de niveles de ruido debido al crecimiento poblacional, comercial e industrial trayendo como consecuencia mayores incidencias, debido a estas razones se plantea mejores alternativas para reducir la contaminación sonora.

Se tomó en cuenta las mejores alternativas de solución desde el aspecto económico y ambiental, para poder contribuir con el medio ambiente, así también se seleccionó los residuos orgánicos de fácil acceso que son consumidos por la población en la cual pueden ser re aprovechables para la elaboración de planchas acústicas ecoeficientes.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

**Ha:** La eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos reducen el nivel de ruido.

**Ho:** La eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos no reducen el nivel de ruido.

### **1.6.2 Hipótesis específico**

**Ha:** Las características de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo son adecuadas para elaborar planchas acústicas.

**Ho:** Las características de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo no son adecuadas para elaborar planchas acústicas.

**Ha:** Las proporciones de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo, permiten reducir los niveles de ruido.

**Ho:** Las proporciones de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo, permiten reducir los niveles de ruido.

**Ha:** Las características de las planchas acústicas a base de los residuos orgánicos permiten reducir los niveles de ruido

**Ho:** Las características de las planchas acústicas a base de los residuos orgánicos no permiten reducir los niveles de ruido

**Ha:** El nivel de reducción de ruido de las planchas acústicas elaboradas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos es del 30%.

**Ho:** El nivel de reducción de ruido de las planchas acústicas elaboradas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos no es del 30%.

## **1.7 Objetivos.**

### **1.7.1 Objetivo general**

- Determinar la eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos para reducir niveles de ruido.

### **1.7.2 Objetivo específico**

- Evaluar las características de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo.
- Determinar la proporción de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo.
- Determinar las características de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos.
- Determinar el nivel de reducción de ruido de las planchas acústicas elaboradas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos.



## **2 MÉTODO**

### **2.1 Diseño, tipo y Nivel de investigación.**

El diseño de investigación que empleo se basó en la elaboración de planchas acústicas a base de 4 tipos de residuos orgánicos en distintas proporciones y un solo grosor, es decir, la correlación entre las variables dependientes e independientes, se ejecutó experimentalmente mediante el uso del sonómetro y bandas de octavas (63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1000 Hz; 2000 Hz; 4000 Hz), todos los procedimientos se llevaron a cabo bajo condiciones estrictamente controladas en el laboratorio.

#### **2.1.1 Tipo de investigación.**

La presente investigación será experimental, debido a que el estudio realizado está vinculado al nivel de porcentaje de proporción en función a la composición de residuos. Es decir, la correlación entre las variables dependientes e independientes. La determinación se dará a través de técnicas estadísticas usando el Microsoft Excel en la cual se podrá comparar los niveles de absorción acústica de cada plancha elaborada,

### **2.2 Variables, operativización**

En la presente investigación se identifica las variables de investigación, realzando su definición para determinar de qué manera se realizará la observación y medición de cada una de estas variables en las siguientes matrices:

Matriz de consistencia: ANEXO4

Matriz de operacionalización: ANEXO 5

### **2.3 Población y muestra**

#### **2.3.1 Población**

Para la presente investigación, la población considerada está compuesta por los residuos orgánicos de coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo, los cuales han sido seleccionados para desarrollar la fase experimental para la elaboración de las cajas acústicas.

### 2.3.2 Muestra.

En la presente investigación se utiliza 7.5 kilos de coronta de maíz, 7.5 kilos de periódico, 7.5 kg corona de piña y 7.5 Kg de cartón de huevo, las cuales deberán presentar ciertas características tales como: grosor, porosidad y peso.

La cantidad necesaria para producir 20 planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos es de 30 kg y cada plancha acústica debe tener una medida de 25 cm ancho x 25 cm de largo y 3 cm de espesor.



Fuente: elaboración Propia

**Figura 4. Muestra de los cuatro tipos de residuos orgánicos**

En la Tabla 1, se muestran los pesos de los residuos y la proporción porcentual de cada uno de ellos interviene en la formación de las cajas acústicas; mientras que en la Figura 4, se aprecia cada una de las componentes de los residuos utilizados.

**Tabla 1. Distribución de mezclas**

Nº DE MUESTRA	COMPOSICIÓN	GROSOR DE LA MUESTRA	PESO DE LOS RESIDUOS (gramos)				PROPORCIÓN CM-P-CP-CH
			CM	P	CP	CH	
1	Coronta de Maíz (CM) – Periódico (P) – Corona de Piña (CP) – Cartón de Huevo (CH)	3 cm	750 g	150 g	375 g	225 g	50%-10%-25%-15%
2			225 g	750 g	150 g	375 g	15%-50%-10%-25%
3			375 g	225 g	750 g	150 g	25%-15%-50%-10%
4			150 g	375 g	225 g	750 g	10%-25%-15%-50%

Fuente: elaboración Propia

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1 Técnicas de recolección de datos.**

La técnica a emplear en la presente investigación es de observación directa, debido a que los datos obtenidos se registraran y compilaran en el momento de la medición en el laboratorio a través del monitoreo de ruido y el análisis de los resultados obtenidos.

### **2.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos usados en la presente investigación se encuentran en el anexo N°1 y anexo N°2, a continuación, se detalla:

- **Ficha de medición del ruido:** Se registra las mediciones antes y después de la instalación de la caja acústica.
- **Ficha de análisis de ruido:** se procesa los datos obtenido conforme a la norma vigente y se inserta en el Microsoft Excel para los resultados.

### **2.4.3 Validez y confiabilidad**

Se consideró la validación por contenido utilizando el criterio de jueces especializados en el tema de investigación para verificar la eficacia de los instrumentos empleados, por lo cual se cuenta con un formato establecido para la evaluación, observación y validación de estos. Se encuentra en el anexo N° 3

**Tabla 2. Instrumentos de recolección de datos**

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Recopilación de información acerca de la selección de materiales	revistas científicas libros Internet	Revisión bibliográfica	Fichas Bibliográficas	Información de materiales absorción acústica a base de residuos orgánicos e inorgánicos.
Determinación del porcentaje de proporción de los residuos orgánicos	Investigador	Referencia bibliográfica	Tabla de Proporciones de <b>combinación de residuos</b>	Información de los indicadores de investigación.
Elaboración de las planchas acústicas	Análisis de Laboratorio	Observación	Diseño de la plancha	Molde de la plancha acústica de residuos orgánicos e inorgánicos.
Determinar el coeficiente de absorción acústica	Investigador	Observación	Formulas en el Microsoft Excel	El coeficiente de absorción acústica de las planchas elaboradas
Evaluación de la eficiencia de la plancha acústica en la reducción de niveles de ruido.	Análisis de Laboratorio	Observación	Registros de los resultados de cada plancha acústica elaborada.	Nivel de eficiencia de la plancha acústica acorde al nivel de concentración.

Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.4 Métodos de análisis de datos**

Los resultados generados en la presente investigación fueron analizados mediante la aplicación de los métodos de estadística descriptiva e inferencial con la finalidad de conocer la eficiencia de las planchas acústicas diseñadas a base de residuos cuatro tipos de residuos orgánicos para la reducción de ruido.

#### **2.4.5 Recolección de residuos**

**Cantidad:** Se recolectó 7.5 Kg de coronta de Maíz, 7.5 Kg de periódico, 7.5 Kg de corona de piña y 7.5 kg de cartón de huevo.

**Recipiente:** se usó 10 bolsas de mercado con una capacidad de 3 kg, para el recojo de cada residuo. Como se puede observar en la foto nº1.

#### **2.4.6 Procesamiento de los residuos orgánicos.**

Los residuos orgánicos tienen una previa preparación por separado antes de realizar la combinación para la elaboración de la plancha acústica, a continuación, se detallará el flujo para el procesamiento de las planchas acústicas.

En la Figura 5, se presenta el esquema seguido para la elaboración de las planchas acústicas, durante la fase experimental; mientras que en las Figuras 6, 7, 8 y 9, se detallan cada uno de los procesos desarrollados para los diferentes residuos utilizados.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5. Proceso de la elaboración de la Plancha acústica.**



**Paso N°1:** Se troza la coronta de maiz para moler en el molino mecanico



**Paso N°2:** Se procedio a moler los trozos de mazorca de maiz



**Paso N°3:** Se tamiza la coronta de maiz molida



**Paso N°4:** Se lleva al horno electrico a secar por 30 minutos.



**Paso N°5:** Se obtiene la coronta de maiz seca.



**Paso N°6:** se procede a pesar el maiz

Fuente: Elaboracion propia

**Figura 6. Procesamiento de la coronta de maíz**





**Paso N°1:** se corta el periodico en trozos pequeños



**Paso N°2:** se pesa el periodico en la balanza electronica



**Paso N°3:** se vierte 3L de agua caliente en un balde y se mezcla con el periodico trozado por 1 hora



**Paso N°4:** se saca en un recipiente la mezcla del periodico con el agua.



**Paso N°5:** se procede a licuar la mezcla para homogenizarla



**Paso N°6:** se obtiene la masa homogenea del papel

Fuente: Elaboracion propia

**Figura 7. Procesamiento del periódico**



**Paso N°1:** se corta en trozos las hojas de piña



**Paso N°2:** se pesa en la balanza electronica



**Paso N°3:** se lleva a secar al horno electrico a 250 °C por 20 minutos



**Paso N°4:** se tritura en la licuadora

Fuente: Elaboracion propia

**Figura 8. Procesamiento de la corona de piña**



**Paso N°1:** se corta en trozo el carton de huevo



**Paso N°2:** se pesa en la balanza electronica



**Paso N°3:** se mezcla en un recipiente con agua caliente por 1 hora



**Paso N°4:** se vierte en la licuadora hasta tener una masa homogenea



**Paso N°5:** se vierte la masa homogenea en un recipiente.

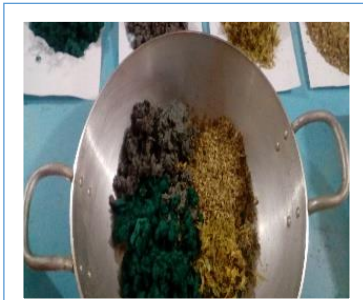
Fuente: Elaboración propia

**Figura 9. Procesamiento del cartón de huevo**



### 2.4.7 Elaboración de la plancha acústica

A continuación, se detalla el procedimiento para la elaboración de las Planchas acústicas y el armado de las cajas acústicas, las cuales serán utilizadas para determinar la capacidad de reducción de las ondas sonoras, tal como se aprecia en la Figura 11.



**Paso N°1:** Se vierte la composición de los materiales orgánicos ya procesados para su mezcla



**Paso N°2:** se vierte un litro de agua en la mezcla hasta obtener una sola mezcla homogénea



**Paso N°3:** Se coloca papel manteca en el molde de 25 X 25cm



**Paso N°4:** se vierte la mezcla homogénea en el molde y se compacta con una tabla en el mismo molde



**Paso N°5:** se coloca al horno eléctrico por 4 horas a 250°C



**Paso N°6:** Se deja enfriar por 3 horas en el mismo molde para proceder a desmoldar.



**Paso N°7:** se procede a armar la caja de 5 lados

Fuente: Elaboración propia

**Figura 10. Procesamiento de las planchas acústicas**

### 2.4.8 Medición de las planchas acústicas.

Se detalla los pasos para la medición de la caja acústicas, para cada uno de las muestras elaboradas en distintas proporciones (Figura 11).



**Paso N°1:** se procedio a armar los equipos para la medicion de ruido



**Paso N°2:** medicion del ruido ambiental en el laboratorio con el sonometro



**Paso N°3:** se tomo la temperatura ambiental del laboratorio



**Paso N°4:** se procedio a medir el ruido generado con bandas de octavas sin la plancha acustica (63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1000 Hz; 2000 Hz; 4000 Hz).



**Paso N°5:** se coloco los parlantes dentro de la caja de planchas acusticas



**Paso N°6:** se procedio a medir el ruido generado por las bandas de octavas (63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1000 Hz; 2000 Hz; 4000 Hz). para ver la absorcion acustica.

Fuente: Elaboración propia

**Figura 11. Medición de las planchas acústicas**

## **2.5 Aspectos éticos**

La elaboración en este proyecto de tesis fue desarrollada con total veracidad, de modo que, se trabajó con información de autores relacionados al estudio, donde toda información obtenida ha sido citada y referenciada. Además, los resultados de las muestras de monitoreo son de toda confiabilidad, debido a que el instrumento monitoreo de ruido realizado en el laboratorio es decir el sonómetro tiene su certificado de calibración como se evidencia en el Anexo N°6, por otro lado, durante la elaboración del proyecto y el monitoreo de ruido será evidenciado mediante fotos. Finalmente, el documento está bajo los lineamientos del reglamento de la Universidad César Vallejo.

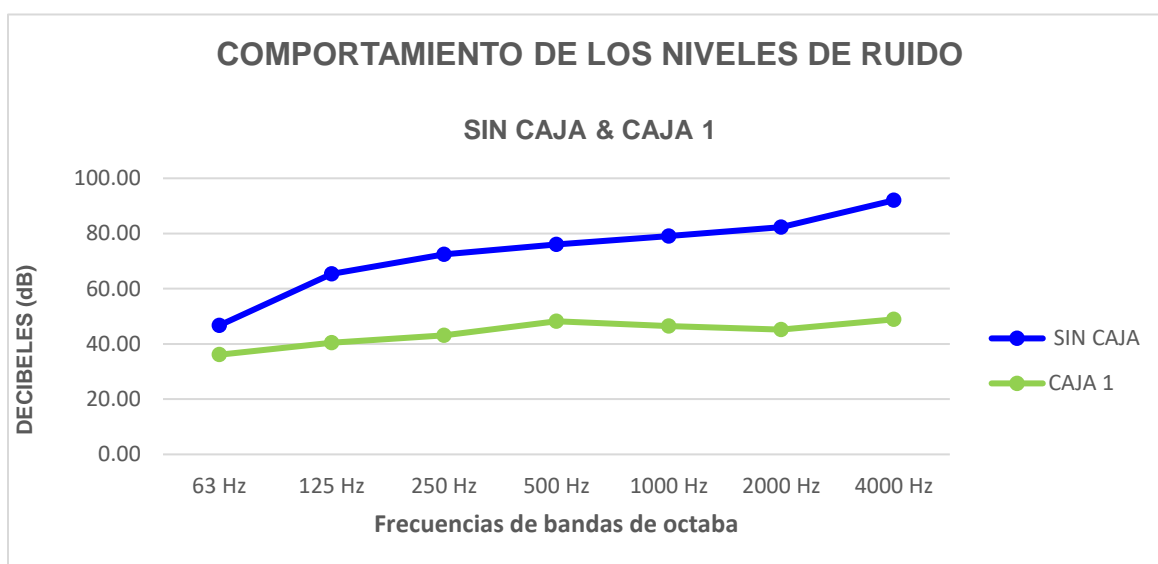
### 3 RESULTADOS

#### ➤ COMPORTAMIENTO DE REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO CAJA 1

**Tabla 3. Resultados de la medición de la Caja N°1**

COMPORTAMIENTO DE REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO							
SIN CAJA & CAJA 1							
FRECUENCIAS DE BANDAS DE OCTABA	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
SIN CAJA	46.70	65.40	72.40	76.00	79.10	82.30	92.00
CAJA 1	36.10	40.40	43.10	48.20	46.50	45.20	48.90
REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO	10.60	25.00	29.30	27.80	32.60	37.10	43.10
PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO	22.70%	38.23%	40.47%	36.58%	41.21%	45.08%	46.85%
CAPACIDAD DE REDUCCIÓN DE RUIDO DE LA CAJA	38.73 %						

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6. Resultados de la medición de la Caja N°1**

#### Interpretación:

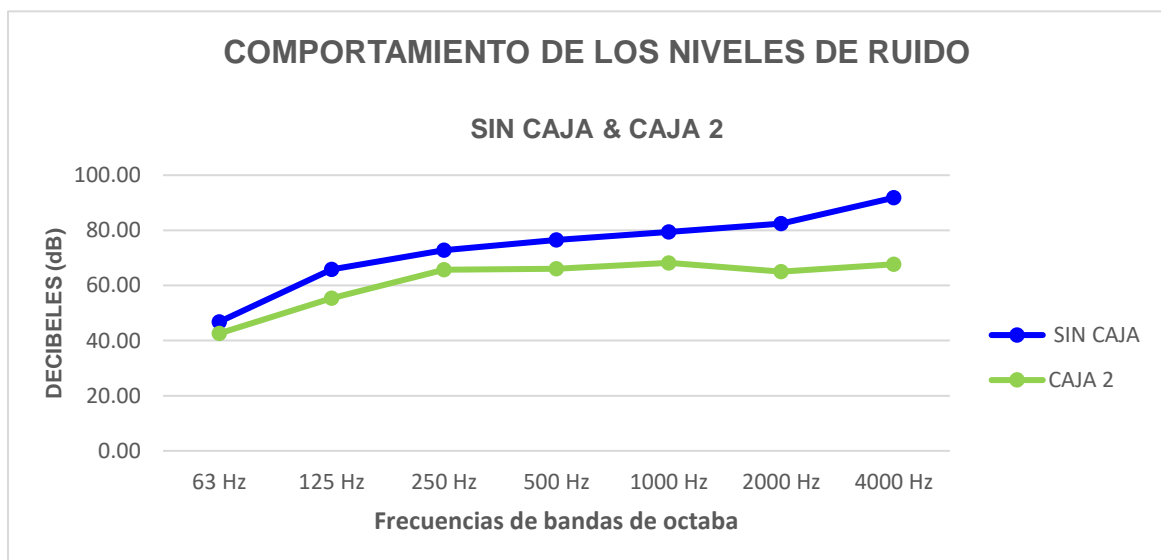
El porcentaje de reducción del nivel de ruido máximo es del 46.85 % a una frecuencia de 4000 Hz y el mínimo porcentaje es de 22.70% a 63 Hz, obteniendo en promedio un 38.73% de capacidad de reducción de ruido en la caja N° 1, tal como se muestra en la Tabla 3 y Figura 9.

➤ **COMPORTAMIENTO DE REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO CAJA 2**

**Tabla 4. Resultados de la medición de la Caja N°2**

COMPORTAMIENTO DE LOS NIVELES DE RUIDO							
SIN CAJA & CAJA 2							
FRECUENCIAS DE BANDAS DE OCTABA	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
SIN CAJA	46.80	65.80	72.80	76.50	79.40	82.40	91.80
CAJA 2	42.60	55.40	65.70	66.00	68.20	65.00	67.70
REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO	4.20	10.40	7.10	10.50	11.20	17.40	24.10
PORCENTAJE DE REDUCCION DEL NIVEL DE RUIDO	8.97%	15.81%	9.75%	13.73%	14.11%	21.12%	26.25%
CAPACIDAD DE REDUCCION DE RUIDO DE LA CAJA	15.68 %						

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7. Resultados de la medición de la Caja N°2**

**Interpretación:**

El porcentaje de reducción del nivel de ruido máximo es del 26.25 % a una frecuencia de 4000 Hz y el mínimo porcentaje es de 8.97% a 63 Hz, obteniendo un 15.68% de capacidad de reducción de ruido en la caja N° 2, como puede apreciarse en la Tabla 4 y Figura 10.

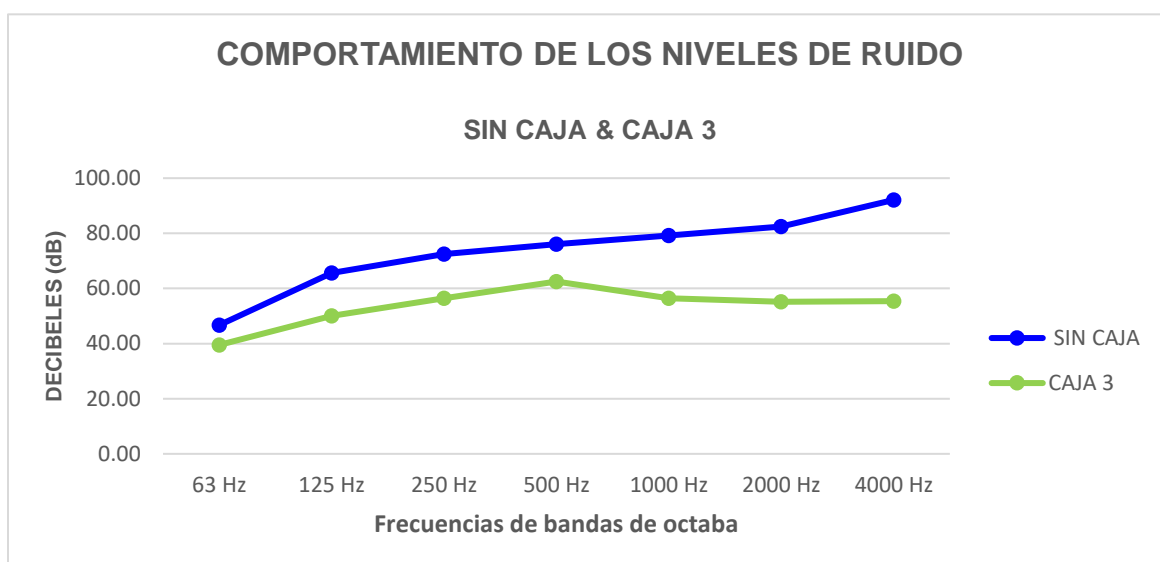


➤ **COMPORTAMIENTO DE REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO CAJA 3**

**Tabla 5. Resultados de la medición de la Caja N°3**

COMPORTAMIENTO DE LOS NIVELES DE RUIDO							
SIN CAJA & CAJA 3							
FRECUENCIAS DE BANDAS DE OCTABA	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
SIN CAJA	46.70	65.60	72.50	76.10	79.20	82.40	92.10
CAJA 3	39.50	50.10	56.40	62.50	56.40	55.10	55.40
REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO	7.20	15.50	16.10	13.60	22.80	27.30	36.70
PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO	15.42%	23.63%	22.21%	17.87%	28.79%	33.13%	39.85%
CAPACIDAD DE REDUCCIÓN DE RUIDO DE LA CAJA	25.84 %						

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8. Resultados de la medición de la Caja N°3**

**Interpretación:**

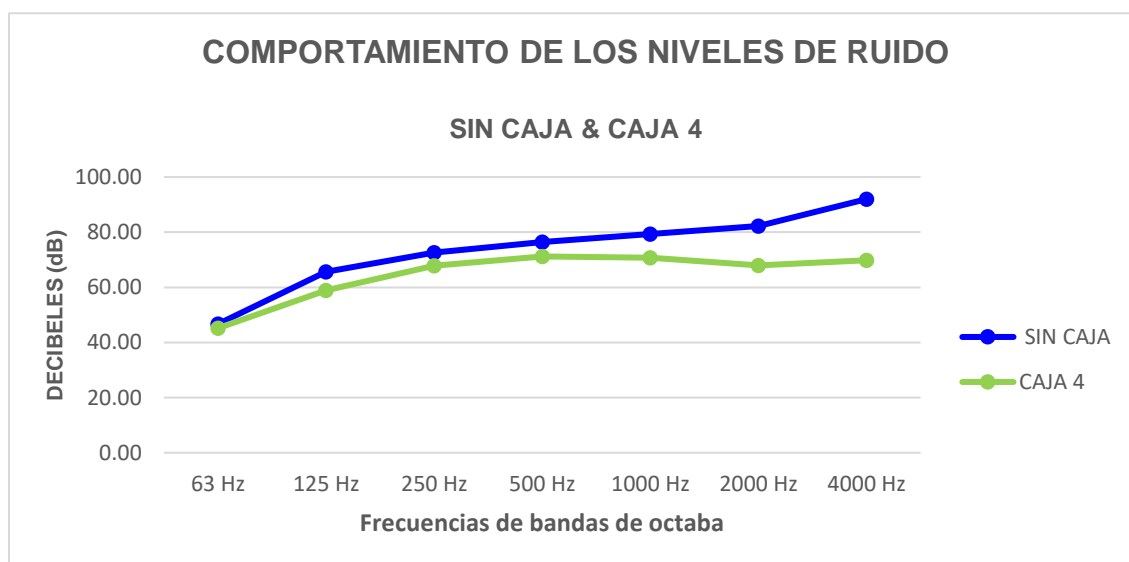
El porcentaje de reducción del nivel de ruido máximo es del 39.85 % a una frecuencia de 4000 Hz y el mínimo porcentaje es de 15.42% a 63 Hz, obteniendo un 25.84% de capacidad de reducción de ruido en la caja N° 3, como se muestra en la Tabla 5 y Figura 11.

➤ **COMPORTAMIENTO DE REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO CAJA 4**

**Tabla 6. Resultados de la medición de la Caja N°4**

COMPORTAMIENTO DE LOS NIVELES DE RUIDO							
SIN CAJA & CAJA 4							
FRECUENCIAS DE BANDAS DE OCTABA	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
SIN CAJA	46.70	65.60	72.60	76.40	79.30	82.30	92.00
CAJA 4	45.20	58.90	67.90	71.20	70.80	68.00	69.80
REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO	1.50	6.70	4.70	5.20	8.50	14.30	22.20
PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO	3.21%	10.21%	6.47%	6.81%	10.72%	17.38%	24.13%
CAPACIDAD DE REDUCCIÓN DE RUIDO DE LA CAJA	11.28%						

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9. Resultados de la medición de la Caja N°4**

**Interpretación:**

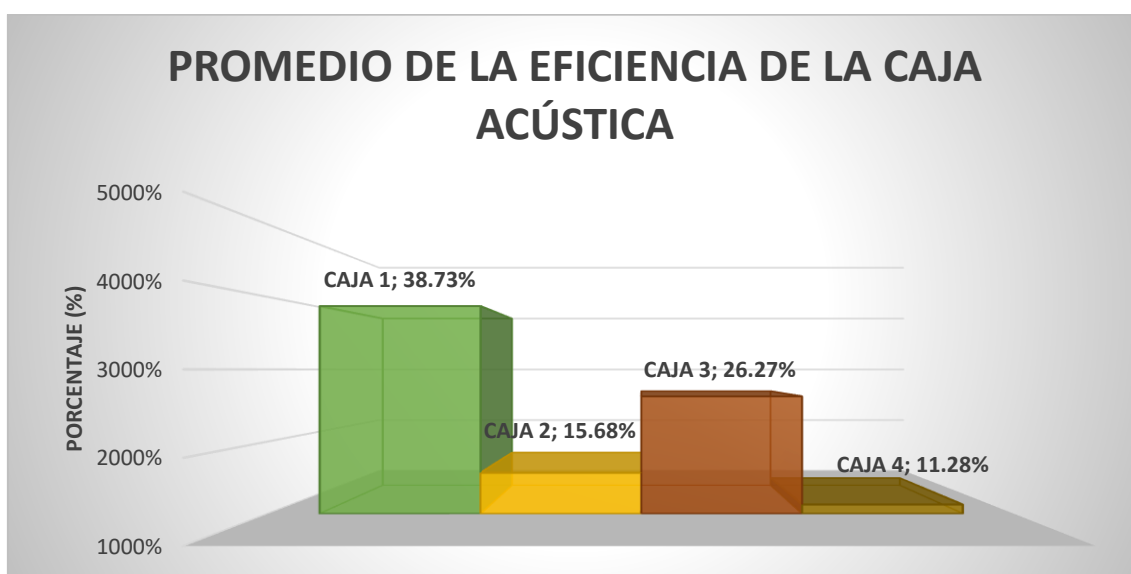
El porcentaje de reducción del nivel de ruido máximo es del 26.25 % a una frecuencia de 4000 Hz y el mínimo porcentaje es de 8.97% a 63 Hz, obteniendo un 15.68% de capacidad de reducción de ruido en la caja N° 2, tal como se aprecia en la Tabla 6 y Figura 12.

➤ **COMPORTAMIENTO DE REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO DE LAS CAJAS**

**Tabla 7. Promedio de eficiencia de la caja acustica**

PROMEDIO DE EFICIENCIA DE LA CAJA ACÚSTICA								PROMEDIO (%)
REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO								
FRECUENCIAS DE BANDAS DE OCTABA	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
CAJA 1	22.70	38.23	40.47	36.58	41.21	45.08	46.85	38.73
CAJA 2	8.97	15.81	9.75	13.73	14.11	21.12	26.25	15.68
CAJA 3	15.42	26.63	22.21	17.87	28.79	33.13	39.85	25.84
CAJA 4	3.21	10.21	6.47	6.81	10.72	17.38	24.13	11.28

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10. Resultados de la medición de la Caja N°4**

**Interpretación:**

La caja acústica que presenta mayor eficiencia es la caja N°1 con 38.73%, seguida de la caja N°3 con 26.27% de eficiencia, como se aprecia en la Tabla 7 y Figura 13.

## Análisis estadístico

Con los datos generados en la fase experimental, procedimos a desarrollar los análisis estadísticos que nos permita corroborar no solo la calidad de la información, sino el tipo de distribución que las mismas presentan.

### a) Análisis de normalidad

Los valores de generados en la fase experimental, para cada una de las cajas acústicas, se muestran en la Tabla 8, y sin la caja acústicas se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 8. Niveles de ruido por cajas acústicas**

	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
CAJA 1	34.10	33.40	31.60	34.50	38.50	35.20	46.90
	34.00	33.30	30.50	34.50	38.60	35.10	47.80
	34.10	33.40	30.60	34.50	38.50	35.20	47.90
CAJA 2	42.60	55.40	65.70	64.00	68.20	64.00	67.70
	44.50	59.30	70.60	64.00	70.10	68.20	65.60
	44.60	59.39	70.70	64.10	70.20	68.00	65.70
CAJA 3	39.50	50.10	56.40	62.50	56.40	55.10	55.40
	40.40	50.00	63.30	62.40	56.50	57.30	65.10
	40.50	50.10	63.30	62.60	56.40	57.50	65.00
CAJA 4	45.20	58.90	69.90	71.20	70.80	68.00	68.40
	45.20	58.80	69.90	71.10	70.70	68.10	68.30
	45.20	58.80	69.90	71.20	70.80	68.00	68.40

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9. Niveles de ruido sin cajas acústicas**

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
46.70	65.40	72.40	76.00	79.10	82.30	92.00	Sin Caja1
46.60	65.30	72.48	76.00	79.00	82.20	92.10	
46.80	65.40	72.41	76.10	79.10	82.20	92.00	
48.20	61.90	71.90	77.20	77.30	82.70	93.40	
48.00	61.80	71.80	77.20	77.30	82.60	93.30	Sin Caja2
48.20	61.90	71.80	77.20	77.20	82.50	93.40	
47.70	63.40	72.50	76.40	75.20	84.30	92.70	
47.60	63.30	72.40	76.30	75.00	84.20	92.60	
47.70	63.30	72.40	76.40	75.10	84.20	92.50	Sin Caja3
48.40	61.80	72.10	79.10	76.60	83.80	93.30	
48.20	61.70	72.20	79.10	76.60	83.70	93.20	
48.20	61.70	72.10	79.10	76.50	83.70	93.20	

Fuente: Elaboración propia

Para esta prueba de normalidad se determina un nivel de significancia del 5% (0.05), para lo cual se plantea las hipótesis siguientes:

Hipótesis ( $H_0$ ) : Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alterna ( $H_1$ ): Los datos no provienen de una distribución normal.

En la Tabla 10 y 11, se muestran los resultados de la aplicación de la prueba de alfa de Crownbach, mediante la aplicación del software SPSS, para los grupos de datos obtenidos.

Como los p valor determinados son mayores a 0.05, entonces aceptamos la hipótesis ( $H_0$ ), y confirmamos que los datos provienen de una distribución normal, por lo tanto, estamos dentro de la estadística paramétrica, lo que nos permite definir

el uso del ANOVA, para la parte inferencial.

El estadístico a utilizar corresponde al de Shapiro – Wilk, debido a que la cantidad de datos evaluados es menos que 30.

**Tabla 10. Prueba de normalidad**

		Pruebas de normalidad <sup>b,c,d</sup>					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Decibeles	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Caja1	1000 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	125 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	2000 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	250 Hz	,356	3	.	,818	3	,157
	4000 Hz	,353	3	.	,824	3	,174
	63 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
Caja2	1000 Hz	,369	3	.	,787	3	,085
	125 Hz	,378	3	.	,767	3	,038
	2000 Hz	,370	3	.	,786	3	,081
	250 Hz	,379	3	.	,765	3	,033
	4000 Hz	,370	3	.	,786	3	,081
	500 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	63 Hz	,369	3	.	,787	3	,085
CAja3	1000 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	125 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	2000 Hz	,358	3	.	,812	3	,144
	250 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	4000 Hz	,382	3	.	,758	3	,017
	500 Hz	,175	3	.	1,000	3	1,000
	63 Hz	,353	3	.	,824	3	,174
CAja4	1000 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	125 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	2000 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	4000 Hz	,385	3	.	,750	3	,000
	500 Hz	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

b. Caja1 es constante cuando Decibeles = 500 Hz. Se ha omitido.

c. CAja4 es constante cuando Decibeles = 250 Hz. Se ha omitido.

d. CAja4 es constante cuando Decibeles = 63 Hz. Se ha omitido.

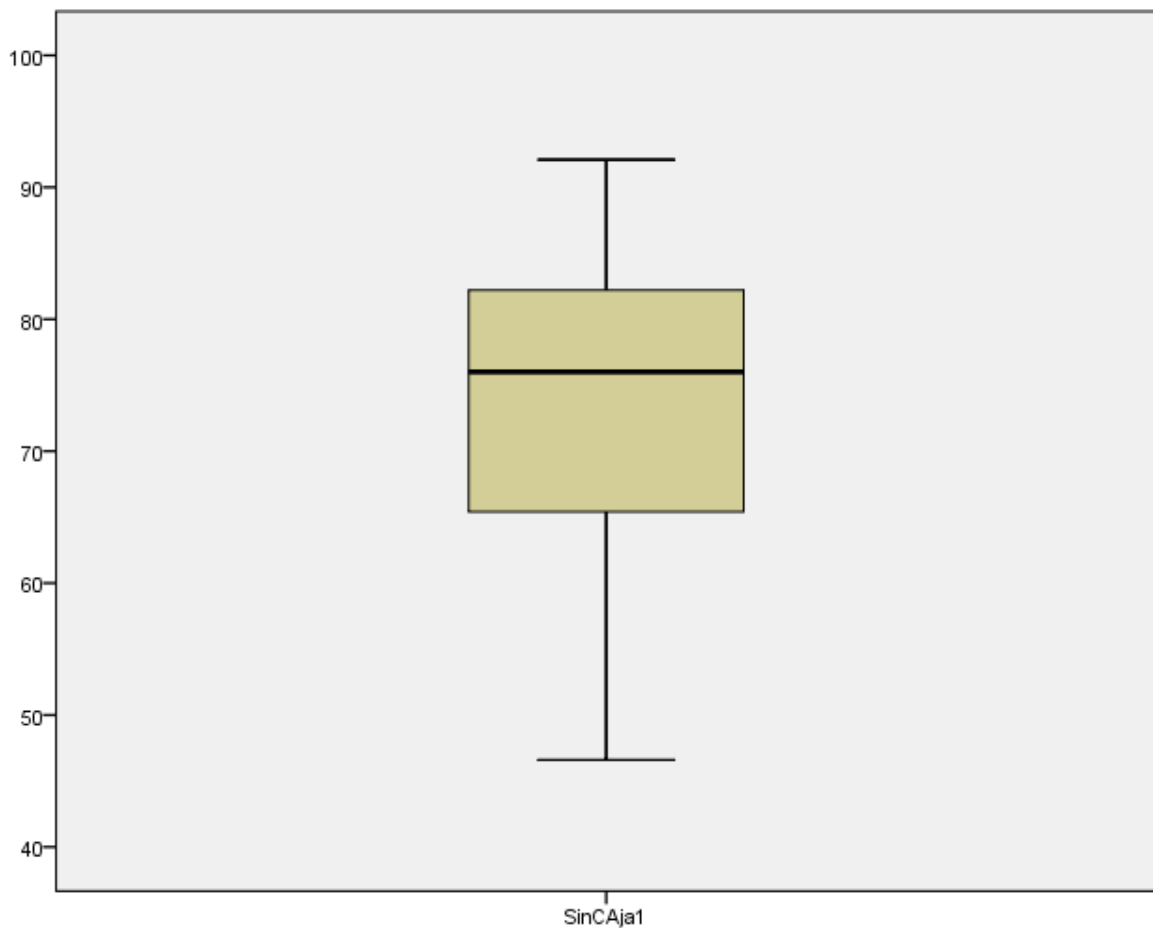
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11. Prueba de normalidad para datos sin caja**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SinCAja1	,185	21	,059	,892	21	,025
SinCAja2	,185	21	,058	,911	21	,058
SinCAja3	,194	21	,038	,911	21	,057
SinCaj4	,173	21	,099	,916	21	,073

a. Corrección de significación de Lilliefors  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 11, se muestran la representación de la distribución de los valores de decibeles sin caja, a través de la aplicación de caja de tallos y hojas.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 11. Cajas de los datos de decibeles medidos sin caja.**

## b) Análisis inferencias

Con los datos generados en la fase experimental, se procedió a realizar la parte de la estadística inferencial con el fin de determinar si existe diferencias entre las medias de los grupos conformados por los diferentes tipos de cajas acústicas formadas, a través de la combinación de los residuos utilizados.

Para ello aplicaremos ANOVA, para lo cual definimos nuestras hipótesis estadísticas:

**H0:** La eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos, tienen el mismo nivel de reducción sonora

**H1:** La eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos, tiene diferentes niveles de reducción sonora.

En la Tabla 12, se muestran los resultados de análisis de ANOVA, habiéndose determinado que el p valor (0.001), es mucho menor que el alfa (0.05), lo que nos indica que existe diferencias entre las medias de cada uno de los grupos de cajas. Esto nos lleva a aceptar la hipótesis alterna (H1).

**Tabla 12. Análisis de ANOVA7**

Reducciones por cajas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1729,741	3	576,580	7,794	,001
Dentro de grupos	1775,569	24	73,982		
Total	3505,310	27			

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de conocer en cual de los tipos de cajas se presentan las diferencias entre las medias de la reducción sonora, aplicamos Duncan, tal como se muestran en la Tabla 13, donde se aprecia que la Caja N°1 es la que presenta la mayor diferencia en la media, en relación a las demás cajas sonora.



**Tabla 13. Pruebas post hoc - Subconjuntos homogéneos**

**Reducciones por cajas**

Duncan<sup>a</sup>

Número de cajas	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Caja 4	7	9,0143		
Caja 2	7	12,1286	12,1286	
Caja 3	7		19,8857	19,8857
Caja 1	7			29,3571
Sig.		,505	,105	,050

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 7,000.

Fuente: Elaboración propia con SPSS

## DISCUSIÓN

- En la investigación titulado Eficiencia de planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos para reducir niveles de ruido. Los resultados que se logró recaudar a través de los formatos de observación se procederán a comparar con los resultados obtenidos de los autores que se encuentran en este desarrollo de proyecto de investigación en los antecedentes, con la finalidad de poder determinar la eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos para reducir niveles de ruido.
- En las dimensiones de los residuos orgánicos, características de las planchas acústicas y nivel de proporción eficiencia de planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos, teniendo como indicadores el grosor, la proporción y el porcentaje. Cumple con un incremento en la eficiencia teniendo el 38.73%, como se observa en la tabla N° 7 y figura N°10 que la caja acústica N°1 presenta una mayor eficiencia en comparación con las otras cajas, de esta forma se corrobora la hipótesis planteada a través de los tres indicadores.
- En la dimensión de reducción de niveles de ruido, teniendo como indicadores la frecuencia, coeficiente de absorción y acústica. Se concluye un porcentaje de reducción del nivel de ruido máximo es del 26.25 % a una frecuencia de 4000 Hz y el mínimo porcentaje es de 8.97% a 63 Hz, obteniendo un 15.68% de capacidad de reducción de ruido en la caja N° 2, como puede apreciarse en la Tabla 4 y Figura 10, planteada a través de los tres indicadores.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que los cuatro tipos de residuos orgánicos utilizados en la investigación presentan las características de un material absorbente acústico, esto se observa en la gráfica del comportamiento de los niveles de reducción de ruido en la figura 6, 7, 8 y 9 que aumenta al aumentar la frecuencia y varían de acuerdo a la proporción del residuo.
- En comparación con las proporciones de los residuos orgánicos se concluye según las figuras N°13 de resultado que las planchas acústicas que contienen mayor proporción de coronta de maíz y corona de piña tienen mayor capacidad de absorción de ruido, es por ello que en la caja N°1 y 3 que contienen un 50% y 25% de coronta de maíz y corona de piña tienen un mayor promedio de reducción de ruido equivalente a 38.73 y 25.84 por lo tanto son las más eficientes.
- Se concluye que las características de las planchas acústicas a base de residuos orgánicos tienen la capacidad de absorción de ruido, estas presentan variaciones conforme a su proporción y frecuencias, es así que podemos observar en los resultados obtenidos tal como se muestra en la tabla N° 3, 4, 5 y 6 y figura 6, 7, 8 y 9 respectivamente.
- Finalmente se concluye que el nivel de reducción de ruido de las planchas acústicas elaboradas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos es del 38.73%, como se observa en la tabla N° 7 y figura N°10 que la caja acústica N°1 presenta una mayor eficiencia en comparación con las otras cajas, de esta forma se corrobora la hipótesis planteada.

#### **4 RECOMENDACIONES**

- Para complementar los resultados obtenidos se debería realizar las mediciones en cámara reverberante para mayores precisiones.
  
- Se debería realizar mediciones de otros residuos orgánicos por separado para saber la eficiencia de reducción del nivel de ruido por material, para posteriormente aplicarlos como una alternativa.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ ACEVEDO Anthony, Determinación del nivel de contaminación sonora e implementación de las jabas de huevo como aislante acústico en la empresa E.C. PREFABRICADOS S.A.C. Distrito de Puente Piedra - Lima 2014. Tesis (ingeniero Ambiental). Lima, Perú: universidad Cesar Vallejo.2014
- ✓ ALBA. J, Ramis, J. y Sanchis V. Aplicaciones acústicas de lanas textiles. [En línea]. España. (2004), [Fecha de consulta: 15 noviembre 2017]  
Disponible en:  
[http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Guimaraes04\\_ID32.pdf](http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Guimaraes04_ID32.pdf)
- ✓ Asociación Española de Normalización y Certificación. Determinación del coeficiente de absorción acústica y de la impedancia acústica en tubos de impedancia [en línea]. 2<sup>da</sup> ed. España: AENOR, Inc, 2002. [Fecha de consulta: 15 noviembre 2017]  
Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=KsalMwEACAAJ->  
(ISO 10534-2:1998).
- ✓ BARATO, Darío. Evaluación de la exposición sonora y de su impacto sobre la salud y calidad de vida de la población residente en la zona oeste de la ciudad de Córdoba sobre los accesos principales a la zona central
- ✓ CARRION Isbert Antoni, Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos (2001).
- ✓ INDECOPI Norma Técnica Peruana Acústica Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Magnitudes básicas y procedimientos de medición NTP-ISO 1996-1:2007. Lima: 2007. 25 p.
- ✓ INDECOPI Norma Técnica Peruana Acústica – Descripción, evaluación y medición del ruido ambiental, Determinación de los niveles de ruido ambiental. NTP-ISO 1996-2:2008. Lima 2008. 24p
- ✓ Introducción La Acústica y la Ingeniería Acústica. Aspectos básicos del sonido y ruido. [en línea]. España, 2010. [Fecha de consulta: 05 diciembre 2017]  
Disponible en:  
[http://gcastro.webs.uvigo.es/PFC/PROYECTO\\_ZALO\\_archivos/Capitulo%201.pdf](http://gcastro.webs.uvigo.es/PFC/PROYECTO_ZALO_archivos/Capitulo%201.pdf)

- ✓ MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido – Decreto Supremo N°085-2003-PCM. Lima, Perú, 2003.
- ✓ **MINAM.** Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal. [En línea]. Lima, 2013. [Fecha de consulta: 10 febrero 2018]  
Disponible en:  
<http://redrrss.minam.gob.pe/material/20160328155703.pdf>
- ✓ Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental -OEFA. Contaminación sonora en lima metropolitana y Callao. [En línea]. Lima, 2005. [Fecha de consulta: 10 enero 2018]  
Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=19087](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19087)
- ✓ PARRAGA, María y García, Teonila. El ruido y el diseño de un ambiente acústico [En línea]. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. Diciembre, 200, vol. 8, 2005, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. ISSN: 1810-9993
- ✓ PADILLA, Edson. Desarrollo y evaluación de una solución de control de ruido para atenuar niveles de presión sonora generados por Maestranza Beth. Tesis (Ingeniero Acústico). Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile. 2011, 92p.

## ANEXO N°1 Ficha de medición de ruido

FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO										
FECHA	HORARIO		MUESTRA	FRECUENCIAS DE BANDAS DE OCTABA						
	INICIO	FINAL		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
			SIN CAJA							
			CAJA N°_							
			SIN CAJA							
			CAJA N°_							
			SIN CAJA							
			CAJA N°_							
			SIN CAJA							
			CAJA N°_							
			SIN CAJA							
			CAJA N°_							
			SIN CAJA							
			CAJA N°_							
			SIN CAJA							
			CAJA N°_							
			SIN CAJA							
			CAJA N°_							
			SIN CAJA							
			CAJA N°_							

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO N°2 Ficha de análisis de ruido

<b>FICHA DE ANÁLISIS DE RUIDO</b>							
<b>FRECUENCIAS DE BANDAS DE OCTABA</b>	<b>63 Hz</b>	<b>125 Hz</b>	<b>250 Hz</b>	<b>500 Hz</b>	<b>1000 Hz</b>	<b>2000 Hz</b>	<b>4000 Hz</b>
<b>SIN CAJA</b>							
<b>CAJA N° _</b>							
<b>REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO</b>							
<b>PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RUIDO (%)</b>							
<b>CAPACIDAD DE REDUCCIÓN DE RUIDO DE LA CAJA (%)</b>							

Fuente: Elaboración propia.



**ANEXO N°4 Matriz de consistencia**

<b>Eficiencia de planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos para reducir niveles de ruido.</b>					
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>OPERACIONALIZACIÓN</b>		
			<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>General:</b> ¿Cuál es la eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos para reducir niveles de ruido?</p>	<p><b>General:</b> - <b>Determinar</b> la eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos para reducir niveles de ruido.</p>	<p><b>General:</b> - La eficiencia de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos reducen el nivel de ruido.</p>	<p>Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planchas acústicas a base de cuatro tipos residuos orgánicos.</li> </ul> <p>Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reducción de niveles de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grosor (cm)</li> <li>- Proporción (kg)</li> <li>- Porcentaje (%)</li> </ul>	<p>Diseño experimental a nivel laboratorio.</p>

<p><b><u>Específico:</u></b></p> <p>¿Cuáles son las características de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo?</p> <p>¿Cuál es la proporción de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo?</p> <p>¿Cuáles son las características de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos</p> <p>¿Cuál es nivel de reducción de ruido de las planchas acústicas elaboradas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos?</p>	<p><b><u>Específico:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar las características de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo.</li> <li>- Determinar la proporción de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo.</li> <li>- Determinar las características de las planchas acústicas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos</li> <li>- Determinar el nivel de reducción de ruido de las planchas acústicas elaboradas a base de cuatro tipos de residuos orgánicos.</li> </ul>	<p><b><u>Específico:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las características de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo son adecuadas para elaborar planchas acústicas.</li> <li>- Las proporciones de los residuos orgánicos: coronta de maíz, periódico, corona de piña y cartón de huevo, permiten reducir los niveles de ruido.</li> <li>- Las características de las planchas acústicas a base de los residuos orgánicos permiten reducir los niveles de ruido</li> <li>- El nivel de reducción de ruido de las planchas acústicas elaboradas a base de cuatro tipos de residuos de residuos orgánicos es del 30%.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frecuencia (Hz)</li> <li>- caracterización de los residuos.</li> <li>- coeficiente de absorción acústica (<math>\alpha</math>)</li> </ul>	<p>Diseño experimental a nivel laboratorio.</p>
--	---	--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO N°5 Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>DEPENDIENTE:</b> - Reducción de niveles de ruido.	Una vez elaboradas las planchas acústicas se procederá a evaluar la capacidad de reducción de los niveles de ruido determinando de esta manera la más eficiente.	Nivel de ruido	- Frecuencia (hz). - coeficiente de absorción acústica ( $\alpha$ )	razón
<b>- INDEPENDIENTE:</b> Planchas acústicas a base de cuatro tipos residuos orgánicos.	Para la elaboración de las planchas acústicas se utilizarán 4 tipos de residuos orgánicos, para lo cual se determinará las proporciones adecuadas en función a sus características.	- Características de los residuos orgánicos. - Características de las planchas acústicas. - Nivel de proporción.	- Grosor (cm) - Peso (g) - Proporción (%) - Dimensiones	razón

Fuente: Elaboración propia.

# ANEXO N°6 Certificado de calibración del sonómetro

## Certificate of Calibration



### Equipment Details

Instrument Manufacturer: Cirrus Research Plc  
Instrument Type: CR:1710  
Description: Sound Level Meter  
Serial Number: G071694

### Calibration Procedure

The instrument detailed above has been calibrated to the publish test and calibration data as detailed in the instrument hand book, using the techniques recommended in the latest revisions of the International Standards IEC 61672-1:2013, IEC 61672-1:2002, IEC 60651:1979, IEC 60804:2001, IEC 61260:1995, IEC 60942:2003, IEC 60942:1997, IEC 61252:1993, ANSI S1.4-1983, ANSI S1.11-1986 and ANSI S1.43-1997 where applicable.

Sound Level Meters: All Calibration procedures were carried out by substituting the microphone capsule with a suitable electrical signal, apart from the final acoustic calibration.

### Calibration Traceability

The equipment detailed above was calibrated against the calibration laboratory standards held by Cirrus Research plc. These are traceable to International Standards {A.0.6}. The standards are:

Microphone Type	B&K 4192	Serial Number	1920791	Calibration Ref.	S6450
Pistonphone Type	B&K 4220	Serial Number	613843	Calibration Ref.	S6388

Calibrated by

Calibration Date

10 November 2017

Calibration Certificate Number

254392

This Calibration Certificate is valid for 24 months from the date above.

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hunmanby, North Yorkshire, YO14 0PH  
Telephone: +44 (0) 1723 891655 Fax: +44 (0) 1723 891742  
Email: sales@cirrusresearch.co.uk

## Certificate of Calibration



Certificate Number: **114984**

Date of Issue: **10 November 2017**

### Microphone Capsule

Manufacturer: **Cirrus Research plc** Serial Number: **606361B**  
Model Number: **MK:224**

### Calibration Procedure

The microphone capsule detailed above has been calibrated to the published data as described in the operating manual of the associated sound level meter (where applicable).

The frequency response was measured using an electrostatic actuator in accordance with BS EN 61094-6:2005 with the free-field response derived via standard correction data traceable to the National Physical Laboratory, Middlesex, UK.

The absolute sensitivity at 1 kHz was measured using an acoustic calibrator conforming to IEC 60942:2003 Class 1.

Date of Calibration: **10 November 2017**

Open Circuit **51.3 mV/Pa**

Sensitivity at 1 kHz: **-25.8 dB rel 1 V/Pa**

### Environmental Conditions

Pressure: **100.60 kPa**  
Temperature: **22.0 °C**  
Humidity: **26.0 %**

### Calibration Laboratory

Laboratory: Cirrus Research plc  
Acoustic House, Bridlington Road, Hunmanby  
North Yorkshire, YO14 0PH, United Kingdom

Test Engineer: Debra Swalwell

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road  
Hunmanby, North Yorkshire, YO14 0PH, United Kingdom  
Telephone: 0845 230 2434 Int: +44 1723 891655  
Email: sales@cirrusresearch.co.uk  
Web: www.cirrusresearch.co.uk



### Free-Field Frequency Response

Frequency (Hz)	Free-Field Sensitivity (dB rel 1 kHz)	Actuator Response (dB)
100	-0.09	-0.03
125	0.01	0.04
160	-0.01	0.05
200	-0.03	0.03
250	-0.01	0.05
315	-0.01	0.05
400	-0.04	0.02
500	-0.02	0.04
630	-0.03	0.02
800	0.00	0.01
1 000	0.00	0.00
1 250	0.02	-0.02
1 600	0.04	-0.07
2 000	0.07	-0.13
2 500	0.15	-0.21
3 150	0.32	-0.36
4 000	0.42	-0.62
5 000	0.52	-0.99
6 300	0.71	-1.57
8 000	0.74	-2.57
10 000	0.72	-4.12
12 500	0.24	-6.02
16 000	-0.06	-8.03
20 000	-0.86	-10.12

