

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DEL TABIQUE TIPO ESTÁNDAR SIN RELLENO, COMPARADO CON 03 TIPOS DE TABIQUES CON LOS RELLENOS MÁS UTILIZADOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO NO CONVENCIONAL, DENOMINADO MURO SECO, EN PROYECTOS EN UN DISTRITO DE LA ZONA SUR DE LIMA.”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Jorge Luis Subauste Lopez

Asesor:

MBA Ing. José Luis Neyra Torres

<https://orcid.org/0000-0002-6470-2998>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Edmundo Vereau Miranda	10557797
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Rubén Kevin Manturano chipana	46905022
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Neicer Campos Vasquez	42584435
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

JORGE SUBAUSTE -TT.11-VF

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.tdx.cat Fuente de Internet	1%
2	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	julietadelavega.blogspot.com Fuente de Internet	1%
4	dataonline.gacetajuridica.com.pe Fuente de Internet	1%
5	www.insyserperu.com Fuente de Internet	1%
6	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
7	www.ia.csic.es Fuente de Internet	<1%
8	www.iberchina.org Fuente de Internet	<1%
9	lunazul.ucaldas.edu.co Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis está dedicado a Dios, mis padres, a mis hijas e hijos y en especial a mi mujer que sin ella y su empuje no hubiese logrado este ansiado sueño de ser un profesional y sacar adelante a mi familia.

AGRADECIMIENTO

A mis maestros quienes con su sabiduría y apoyo me motivaron a realizar este proyecto, y seguir con mis logros profesionales.

A mi tutor de clases quien, con su aporte, me ayudó de manera significativa para poder realizar este tema, de manera tal que pueda desarrollar este proyecto de tesis.

Agradecer a mis profesores desde que empecé a formarme en esta carrera, aprendí mucho de ellos, gracias por sus enseñanzas y consejos, eso me valió para poder realizar el curso de carrera de manera satisfactoria.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	1
INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	11
Descripción de la realidad problemática	11
ANTECEDENTES	12
Antecedentes internacionales:	12
Antecedentes nacionales:	14
MARCO TEORICO	16
Definiciones conceptuales	17
Base legal	30
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	31
Preguntas específicas	31
OBJETIVOS 32	
Objetivo general	32

Objetivos específicos	32
HIPÓTESIS	33
Hipótesis general	33
Hipótesis específicas.....	33
JUSTIFICACIÓN	34
CAPITULO II. METODOLOGÍA	38
TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
PROCEDIMIENTO	41
CAPITULO III. RESULTADOS	44
Resultado 1: Descripción de la problemática real	46
Resultado 2: Investigación de los tres aislantes más comerciales	47
Resultado 3: Evaluación del nivel de absorción de ruido	48
CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
REFERENCIAS	62
ANEXOS	63
ENTREVISTAS A EXPERTOS	63
4.1 INFORME TÉCNICO	69

Índice de tablas

Tabla 1 Coeficientes de absorción sonora en función de los materiales.	27
Tabla 2 Coeficientes de absorción obtenidos experimentalmente, en función de las frecuencias.	28
Tabla 3 Coeficiente de absorción típicos en materiales acústicos disponibles en el mercado, Fuente:	29
Tabla 4: Matriz de entrevistas a expertos	44
Tabla 5: Resultados obtenidos de ensayos.....	54
Tabla 6:Resultados obtenidos de ensayos	57

Índice de figuras

.....	
Figura 1:Ruido producido por Explosivos.....	20
Figura 2:Ruidos de bajo frecuencia producida por motores Diesel.	21
Figura 3:Determinación de la forma de una superficie reflectante.	22
Figura 4:Colocación de lana de vidrio. Fuente:	25
Figura 5:Entrevista al Sr. Edgardo Bustinza Pérez – Supervisor y Técnico Capacitador de Eternit	45
Figura 6:Entrevista al Arq. Oscar Vargas Becerra, Especialista en Arquitectura Hospitalaria	45
Figura 7:Entrevista a la Ing. Civil Rosa Alicia León Ríos, jefa de Calidad en Sinohydro Corporation Limited – Sucursal del Perú	45
Figura 8:: Nube de palabras sobre los principales problemas en el uso de tabiquería estándar Fuente: elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas, 2022	46
Figura 9: Aislantes acústicos más usados en la ciudad de Lima, Fuente: elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas 2022.....	47
Figura 10:Fabricación de módulos de Drywall	48
Figura 11:Tabique de Drywall tipo estándar sin relleno.....	48
Figura 12:Medición de ruido ambiental en Distrito de la zona Sur de Lima	49
Figura 13: Pre verificación sonómetro digital clase 1 marca Criffer	49
Figura 14: Pre verificación sonómetro digital clase 1 marca Criffer	50
Figura 15: Instalación de sonómetro en tabique de Drywall tipo estándar	50
Figura 16: Coordinación con personal técnico para realizar las mediciones in situ	51
Figura 17: Medición de absorción de ruido de tabique tipo estándar sin relleno acústico.....	51
Figura 18: Resultado de medición de absorción de ruido en R1 y R2	52
Figura 19: Resultado de medición de absorción de ruido en R1 y R2	53
Figura 20:Tabique tipo estándar con diferentes rellenos: lana de vidrio, Tecnopor y cartón de huevo	54
Figura 21: Medición de absorción de ruido con tabique tipo estándar con relleno de lana de vidrio.....	55
Figura 22:Medición de absorción de ruido con tabique tipo estándar con relleno de Cartón de huevo	55
.....	

RESUMEN

En la actualidad en la ciudad de Lima tenemos un gran problema que es la contaminación sonora, el cual está afectando a la población en diferentes distritos, la cual no es ajeno al Distrito de la zona Sur de Lima.

El objetivo general fue determinar la absorción acústica del tabique sin relleno y empleando los diferentes tipos de aislantes dentro del muro para optimizar su uso en proyectos constructivos.

Se utilizó la metodología, que tiene un enfoque es experimental,

La población de esta investigación fue el tabique tipo estándar y la muestra está representada por cinco modelos preparados para realizar los ensayos conforme al diseño experimental.

Lo más importante de determinar la absorción en la metodología, fue la triangulación de las entrevistas realizadas y de las respuestas obtenidas, ya que se realizaron los ensayos al tabique sin relleno y con tres diferentes tipos de rellenos. Lo más difícil fue conseguir una cámara reverberante y así optimizar el estudio de la absorción del ruido en el tabique tipo estándar.

Como resultado se comprobó que la absorción acústica en el tabique estándar empleando los tres diferentes tipos de aislantes; teniendo al cartón de huevo el más eficaz.

Palabras clave: drywall, acústico, ruido

ABSTRACT

Currently in the city of Lima we have a big problem that is noise pollution, which is affecting the population in different districts, which is no stranger to district of the south zone of Lima. The general objective was to determine the acoustic absorption of the partition without filling and using the different types of uses within the wall to optimize its use in construction projects.

The methodology was extracted, which has an experimental approach,

The population of this investigation was the standard type partition and the sample is represented by five models prepared to carry out the tests according to the experimental design.

The most important thing to determine the absorption in the methodology was the triangulation of the interviews carried out and the answers obtained, since the tests were carried out on the partition without padding and with three different types of padding. The most difficult thing was to get a reverberant chamber and thus optimize the study of noise absorption in the standard type of partition.

As a result, it was verified that the acoustic absorption in the standard partition used the three different types of drinks; Having the egg carton the most effective.

Keywords: drywall, acoustic, nois

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

Descripción de la realidad problemática

En el Mundo muchos países vienen desarrollando e implementando nuevas ideas que permitan el mejoramiento de la parte acústica en los tabiques de Drywall la cuales están conformadas por parantes metálicos galvanizados de diferentes espesores, así como placas de yeso de diferentes tipos, la cual conforman el muro seco de acuerdo con las necesidades. Por esta razón surgen los estudios de investigación a fin de mejorar el aislamiento acústico en los diferentes tipos de tabiques con diferentes incorporaciones acústicas a fin de minimizar el ruido externo en los diferentes ambientes de su respectiva instalación, llámese lana de vidrio, lana de roca, Tecnopor, etc.

Entre los principales problemas que afectan la instalación de los muros secos es la falta de conocimiento exacto de como minimizar los ruidos externos e internos, a fin de no solo aislar el ruido si no dé también absorberlo a través de los muros secos y garantizar la parte sonora del mismo.

Arana y Vela (2012) España, el deficiente aislamiento acústico en las viviendas de nueva construcción en Pamplona constatado en el presente estudio, es, en nuestra opinión, una situación preocupante y que incide muy negativamente en la calidad de la construcción. A este respecto, la actual normativa no ha garantizado las condiciones mínimas exigibles para mantener en los edificios un nivel acústico aceptable, el cual era el principio programático de la misma.

Lima y Oliveira (2013) en Brasil, la comparación de paneles de yeso con muro de mampostería busca las ventajas y desventajas de esta nueva herramienta, información tan importante para el diseñador a la hora de elegir y definir el sistema de pared a aplicar en cada situación de diseño acústico.

Idrogo (2018) en Lambayeque, cuyo propósito es el estudio de los niveles de ruido en el interior del Hospital Provincial Docente de Belén de Lambayeque y determinar la existencia de contaminación acústica para implementación de medidas de mitigación y prevención en beneficio de los pacientes y el personal.

ANTECEDENTES

Antecedentes internacionales:

Meza y Recuero (2018) en la revista de la construcción con el título: “Análisis y comparación de Aislamiento acústico en viviendas y Edificios de Nueva Construcción” de la Pontificia Universidad Católica de Chile, donde se desea analizar la calidad acústica de viviendas nuevas a partir de medidas de aislamiento acústico realizadas tanto en viviendas unifamiliares como en edificios, a través de este trabajo se pretende realizar un estudio de casos de manera de conocer la calidad acústica de viviendas construidas.

Se obtuvo que el valor global de aislamiento acústico obtenido a partir de la norma vigente, si bien los ensayos realizados muestran un importante cumplimiento de la legislación bajo la cual fueron construidos.

Según Fernández, Rogerio y Camargo (2018) con su investigación titulada “Eficiencia acústica: Lana de vidrio y lana de roca como aisladores para el sistema de muro seco”.

Publicado por la Universidad Central de Educación de la Facultad de Faem, Santa Catarina – Brasil. Cuyo objetivo es presentar la comparación entre la capacidad acústica de la lana de vidrio y la lana de roca en su aplicación como aislador en las nuevas tecnologías de construcción como es el caso del sistema de muro seco.

A partir de este estudio se determina un incremento en el uso del muro seco como sistema constructivo debido a su eficiencia y costo. El objetivo se logró gracias a que ambos aislantes fueron probados en tabiques de prueba preparados a cierta distancia de un emisor de ruido y como resultado se tuvo un mejor desempeño de aislamiento acústico en el caso del tabique de tipo estándar con la lana de roca, incluso se logró identificar mayor viabilidad económica en comparativa.

Con respecto a Ribeiro (2018) a través su investigación titulada “Análisis técnico de desempeño acústico de sistemas de paredes”. Publicado por el Centro Universitario Autónomo de Brasil, Paraná – Brasil. En donde el propósito es presentar las características y métodos de los procesos de construcción de muros, utilizados en el sistema Drywall en función de su desempeño acústico. La importancia del estudio de dicho sistema constructivo se justifica en la posible sustitución de otros tipos de ejecución con prestaciones equivalente o superiores, como la albañilería, debido a la eficacia resultante de la industrialización de sus componentes.

Con relación a los resultados de la investigación se concluye que, en temas de acústica, el sistema de muro seco puede tener el mismo aislamiento acústico que otros sistemas convencionales, siempre y cuando se empleen aislantes adecuados, incluso presentan resultados superiores a los presentados en la hipótesis al tener una alta diferencia de peso y espesor para el mismo desempeño acústico.

Según (Moreno Alfonso, 2018) con su investigación titulada “Efecto de la adición de materiales reciclables en la masilla para construcción liviana respecto a la capacidad calorífica, aislamiento térmico y acústico”. Publicado por la Universidad Central de Educación de la Facultad de Faem, Santa Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Caldas – Colombia. Cuyo objetivo es el estudio de la inclusión de materiales reciclables como cascara de arroz, poliestireno expandido y tereftalato de polietileno en la masilla del sistema de muro seco para minimizar el impacto ambiental y mejorar la capacidad de absorción calorífica y sonora.

Respecto al resultado de la investigación, el autor concluye que la cascarilla de arroz, sustituyendo en un 60% el peso del yeso en la masilla original, reportó los mejores resultados de las cuatro pruebas realizadas; de esta manera confirma su uso como material adecuado para la implementación (y mejora de características acústicas) en el caso de la construcción con sistema de muro seco.

Antecedentes nacionales:

Según Díaz (2018), donde se desea determinar la relación entre las variables como la “organización espacial” y el “confort acústico” para el diseño arquitectónico de la sede en la Universidad Nacional de Cajamarca. Para ello, se empleó una metodología de investigación de tipo Descriptivo de carácter proyectivo, utilizando instrumentos de análisis como fichas para análisis de casos, bases teóricas y el terreno propuesto por ser un Proyecto de Inversión Pública.

Donde se comprobó la importancia de hallar la relación de la influencia de la organización espacial aplicada a una biblioteca, ya que no solo beneficia al equipamiento propuesto si no que impulsa a la educación peruana a la investigación a nivel nacional.

Según Indrogo (2018), el propósito es el estudio de los niveles de ruido en el interior del Hospital Provincial Docente de Belén de Lambayeque y determinar la existencia de contaminación acústica para implementación de medidas de mitigación y prevención en beneficio de los pacientes y el personal.

Con relación a los resultados de la investigación se logra identificar la existencia de contaminación sonora al interior del Hospital Provincial Docente de Belén de Lambayeque y su riesgo para la salud de los principales usuarios. Se formula una propuesta que implica la implementación de una mejor gestión que integre la capacitación, señalización y concientización además del uso de materiales que puedan mejorar las condiciones acústicas.

Según Avila (2020), las edificaciones urbanas deberían concebirse de modo que el ruido no penetre al interior o no aumente su nivel en el exterior. La consecución de estos objetivos armonizaría la relación de acondicionamiento entre el hábitat y el espacio comunitario, considerando el tipo de calles de las ciudades.

Así determinó que la incidencia del ruido y la reverberación es un factor que suma importancia al realizar la práctica de deportiva de alta competencia en un recinto cerrado el cual se encaminó el tema analizado en la investigación y los análisis de casos se logró determinar de qué manera las estrategias geométricas para el acondicionamiento acústico en condición de diseño de arquitectura deportiva de alta competencia en la ciudad de Trujillo, por lo que se ve reflejado en tres dimensiones abarcando el comportamiento del volumen, el fenómeno sonoro y los materiales constructivos.

Según Espinoza (2021), el propósito es la demostración del alcance de Estándares de Calidad Ambiental del ruido en la propuesta de reacondicionamiento de áreas hospitalarias con el uso de materiales acústicos, en donde concluye lo siguiente:

Las fuentes de ruido principales en los hospitales son las siguientes, en orden de prioridad: las provenientes de conversaciones de visitantes y personal médico, el ruido que emiten los equipos y accesorios de hospital (entiéndase por sillas de ruedas, camillas, mesas de instrumentos, entre otros) y la fuente de ruido proveniente de equipos de perifoneo. Asimismo, se determina la importancia de control de ruido en algunas zonas como las de hospitalización debido a su incidencia en la recuperación de los pacientes.

MARCO TEORICO

A nivel mundial, en los últimos años, se han implementado diversos tipos de elementos de aislamiento acústico con el fin de mejorar la atenuación del ruido en el sistema de muro seco. El fin de la investigación es un acercamiento a datos técnicos respecto a los elementos empleados en la reducción de ruido para poder emplearlos de forma óptima en las construcciones con sistema drywall en Perú. En tal sentido, este capítulo presenta el estado del arte del conocimiento sobre el tema de investigación; se comienza precisando los conceptos y definiciones con el fin de plantear preguntas y conclusiones de manera confiable y coherente. Asimismo, se realiza una búsqueda de bases legales que nos permitan orientar y constituir un conocimiento previo a fenómeno abordado.

Definiciones conceptuales

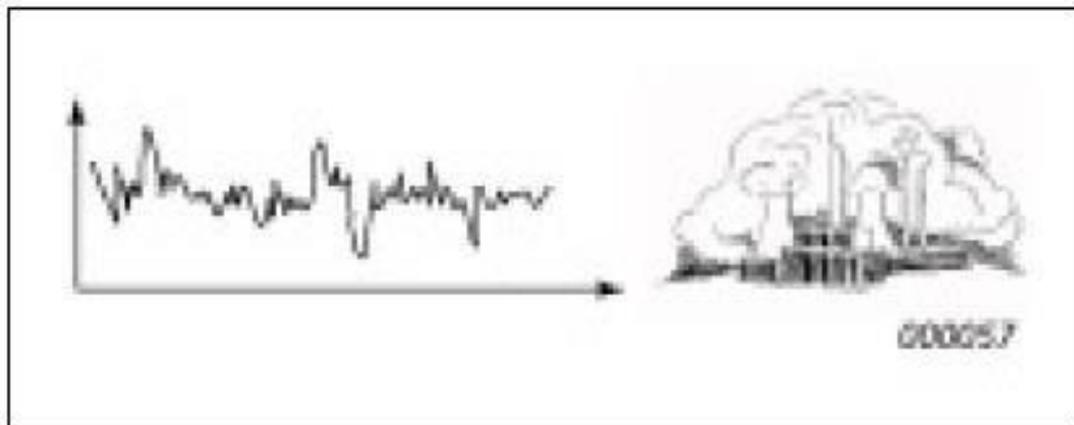
El ruido. -

El ruido es una percepción, generalmente desagradable y de complejo patrón, de las ondas sonoras. El ruido al igual que el sonido se moviliza por medio de las vibraciones mecánicas del medio circundante, en este caso la atmosfera terrestre. Tales variaciones se manifiestan como los cambios de presión causadas por encima y debajo del valor estático de la presión atmosférica (equivalentes a 105 pascales) (Harris, 1995). Las variaciones de presión se originan de diversas formas, una de ellas es debida a la excitación del aire mediante la acción de un objeto mecánico, tales como las cuerdas vocales. De hecho, de acuerdo con (Harris, 1995), los sonidos son provocados por la perturbación del aire por medio de las cuerdas vocales, en el caso del ser humano.

El ruido proviene de diferentes fuentes como el tráfico urbano, la industria, actividades de ocio y ferrocarriles, teniendo los siguientes tipos de ruido:

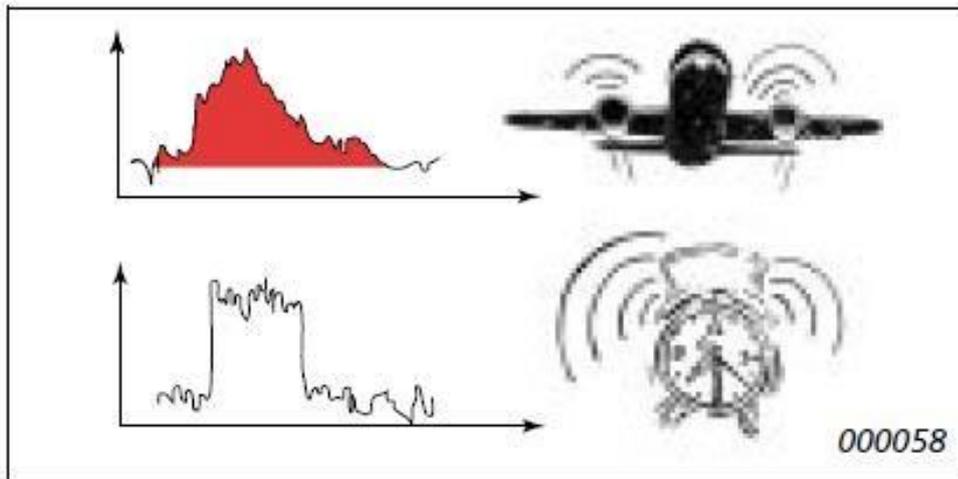
- Ruido continuo; es fenómeno originado por la variación periódica en el tiempo de un oscilador mecánico que termina excitando las partículas de aire de manera sostenida en el tiempo y generando lo que se conoce como ruido continuo (Brüel & Kjær, 2000).

Figura 1: Frecuencia continua producido por el ruido, Fuente adaptado de Sound & Vibration Measurement A/S,



Fuente: Bruel & Kjaer, 2000

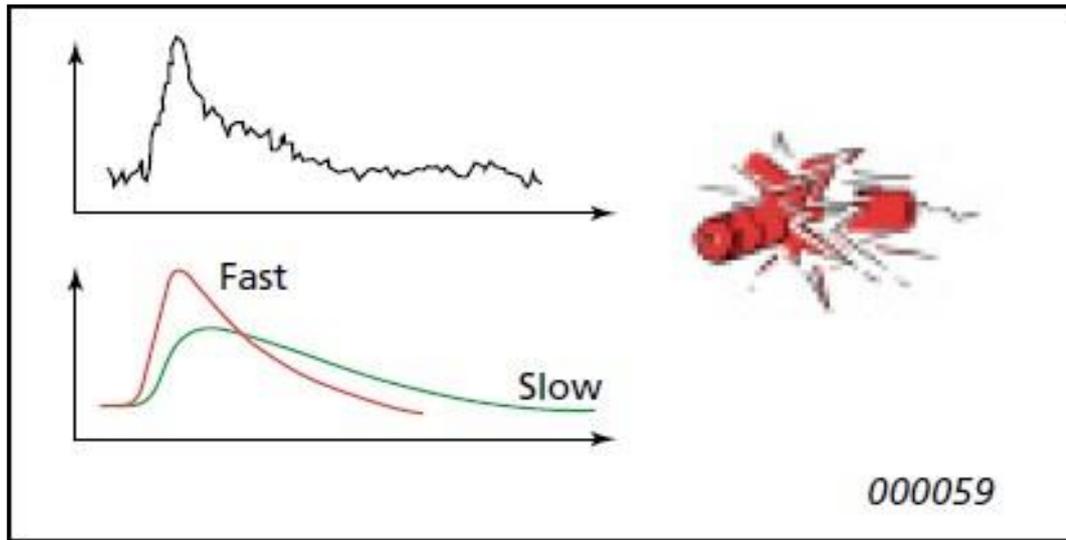
- Ruidos intermitentes; son aquellos que preservan vibraciones sonoras con frecuencias de onda adecuadas y magnitudes de potencia elevadas. Algunos ejemplos claros son cuando suena la alarma de un reloj por un periodo de tiempo breve, de la misma manera puede encajar dentro de esta definición el motor de un avión durante el despegue de este.
- Figura 2 Ruido producido por Aviones y alarma. Fuente: Adaptado de Sound & Vibration Measurement A/S



Fuente: Brüel & Kjær, 2000

- Ruido impulsivo; Este tipo de ruido se genera por explosiones, una troqueladora o pistola, como se observa en la Figura 10. Es un ruido abrupto y breve que genera mayor molestia que otros tipos de ruido. Para la cuantificación de este ruido se puede utilizar la diferencia entre un parámetro con respuesta rápida y uno de respuesta lenta. Asimismo, deberá tomarse en cuenta la tasa de repetición de cada pulso.

Figura 3 Ruido producido por Explosivos. Fuente: Adaptado de Sound & Vibration Measurement A/S



Fuente: Brüel & Kjær, 2000

- Ruido tonal; Son ruidos que son claramente audibles en tonos puros, un ejemplo de esto se muestra en la Figura 4. Se pueden detectar utilizando un analizador de espectro por tercios de octava cuando se observa que una banda de frecuencia excede en más de 5 dB a las dos bandas contiguas.

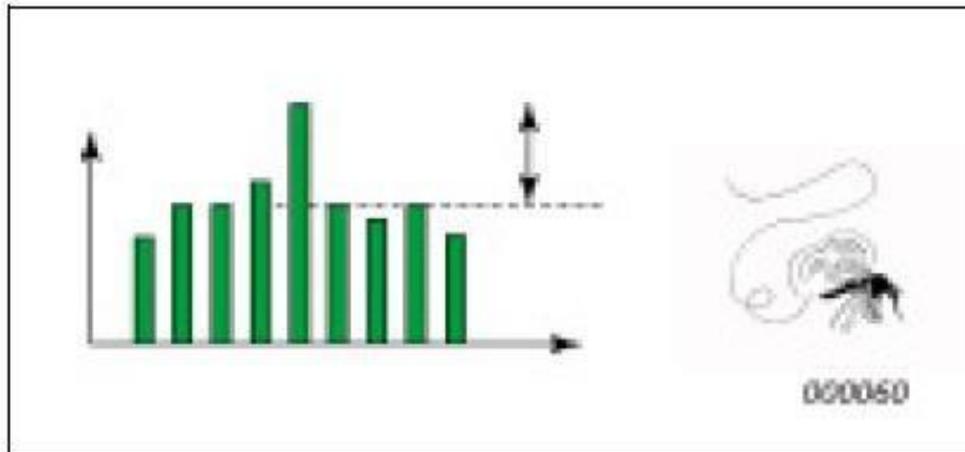
Los tonos molestos pueden verse generados de dos maneras:

- ✓ Existen una gran cantidad de máquinas dentro de las edificaciones que varían tanto en función como en tamaño. Gran parte de estas están orientadas a cumplir una serie de funciones, como el bombeo de las aguas, o funciones mecánicas orientadas a la producción. El funcionamiento de estas máquinas en general crea una serie de vibraciones en la misma máquina que después son transmitidas a la estructura, generando gran cantidad de ruido.
- ✓ También pueden generar tonos los flujos pulsantes de líquidos o gases que se producen por causa de procesos de combustión o restricciones de flujo.

Los tonos pueden ser identificados subjetivamente, escuchándolos, u objetivamente

mediante el análisis de frecuencias. La audibilidad se calculó mediante la comparación de la intensidad máxima de las frecuencias dominantes sobre las frecuencias promedios instaladas tal como se muestra en la siguiente grafica.

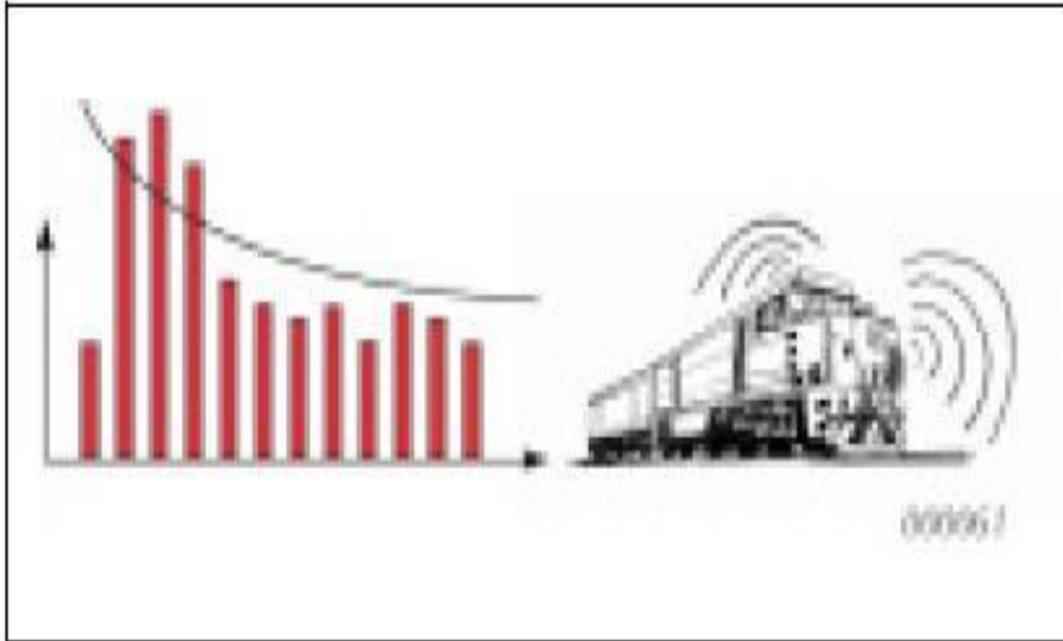
Figura 1:Ruido producido por Explosivos.



Fuente: Adaptado de Sound & Vibration Measurement A/S por Brüel & Kjær, 2000

Ruido de baja frecuencia, consta de una energía acústica relevante con un margen de frecuencias entre 8 a 100 Hz, como se observa en la Figura 5. El ruido de baja frecuencias es uno de los más molestos para el ser humano y, lamentablemente, es uno de los más frecuentes y comunes durante la vida de este; siendo en la mayor parte de los casos, indispensable el uso de las máquinas que lo generan. Este tipo de ruido es generado por vehículos de combustión interna tan frecuentes en la vida del ser humano que a la fecha resultan inevitables. Algunas partes de las máquinas son los motores diésel de trenes, barcos e incluso cierto número de plantas de generación de energía eléctrica. Otra de las características de este ruido es su fácil propagación y diseminación por el ambiente, ya que se expande fácilmente en todas las direcciones y puede ser sentido y percibido con facilidad a muchos kilómetros desde la fuente de origen. El ruido de baja frecuencia es más engorroso de lo esperado con una medida del nivel de presión sonora ponderado A.

Figura 2: Ruidos de bajo frecuencia producida por motores Diesel.

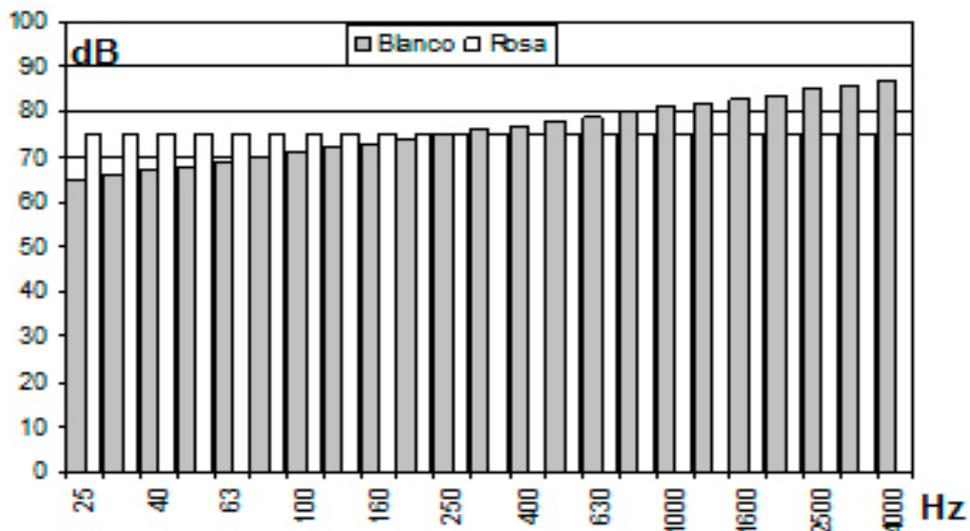


Fuente: Adaptado de Sound & Vibration Measurement A/S, por Brüel & Kjær, 2000

Ruido Rosa; este ruido es constante en todas las bandas de octava. Es usado en medidas de aislamiento y en laboratorio. Se caracteriza por tener una disminución de 3 decibelios en la presión del sonido cada vez que se eleva la banda de octava.

Un ejemplo se muestra en la Figura 7.

Figura 7: Ruido blanco y ruido rosa. Fuente: Adaptado de Sound & Vibration Measurement A/S,



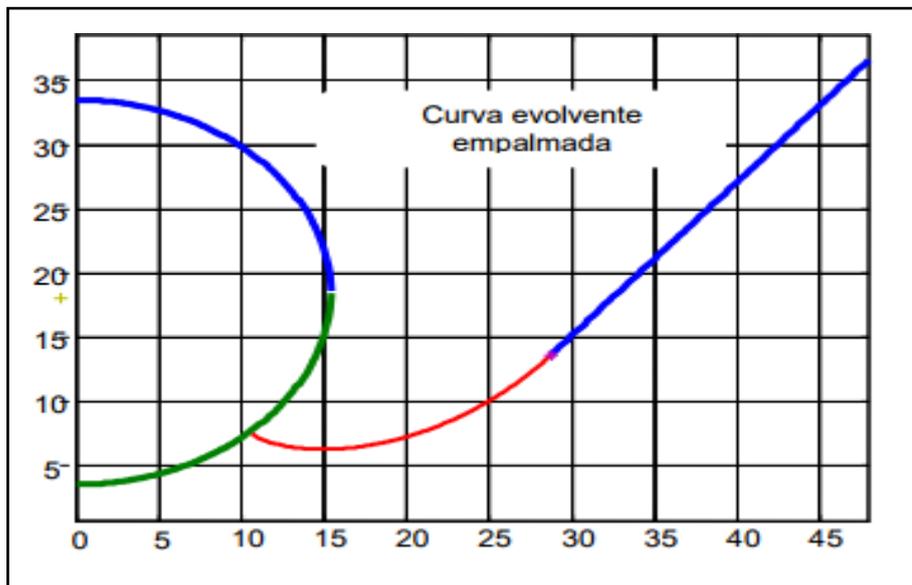
Fuente: Brüel & Kjær, 2000

MATERIALES Y PROPIEDADES

Materiales con estructura reflectante

Existen materiales que no presentan una clasificación clara como los que presentan una estructura reflectante. Este tipo de aislante tiene el poder reflectante de ciertas superficies lisas y el fraccionamiento de las láminas de aire. Ver Figura 8.

Figura 3: Determinación de la forma de una superficie reflectante.



Fuente: Adaptado de Sound & Vibration Measurement A/S,

El aislante más conocido es el ALFOL, el cual está compuesto por hojas de aluminio de pequeño espesor. El coeficiente de conductividad para este material es de 0.034 Kcal/m h °Ca 0 °C y de 0.041 Kcal/m h °C a 50 °C. (Rougeron, 1977). Además, la temperatura a la cual se puede utilizar es de 20 grados centígrados aproximadamente.

Una de las características de este tipo de material es que no pueden soportar sobrecargas, por lo que sólo pueden ser utilizadas para el aislamiento térmico de muros dobles o en cubiertas con pendiente.

Clasificación de los materiales reflectantes

La elección de un material aislante resulta difícil, ya que existe un gran número de variedades y cada uno de masa diferente. Por lo que resulta necesario entender la utilidad que va a tener este material y en base a ello poder elegirlo según la resistencia y estructura que se requiera.

Los aislantes pueden clasificarse en:

- Según su estructura: granular, fibrosa, alveolar
- Según su origen: vegetal, mineral
- Según su resistencia

Clasificación de materiales según su origen: Materiales de origen sintético orgánico:

Poliestireno Expandido (EPS),

El poliestireno expandido o EPS / AIRPOP, también conocido como corcho blanco, Porex pan o poliespán, es un material plástico espumado compuesto en un 98% de aire, muy ligero y a la vez resistente, que además ofrece excelentes propiedades como aislante térmico y aislante acústico. También es higiénico, ya que impide el crecimiento de microorganismos, Knauf 2017.

Poliestireno Extruido (XPS),

El poliestireno extruido o extrusionado, XPS es una espuma rígida resultante de la extrusión del poliestireno en presencia de un gas espumante, usada principalmente como aislante térmico. Es similar al *EPS* (poliestireno expandido o Tecnopor, anime, etc) pero con otras propiedades. Quizá la más importante es que puede mojarse, por lo que se instala mucho en cubiertas.

El poliestireno extruido es una plancha de espuma rígida aislante que contribuye significativamente en mejorar la eficiencia energética de las viviendas. Lo que se traduce en ahorro a largo plazo, Knauf 2017.

Poliuretano (PUR), El poliuretano es un material plástico que se presenta en varias formas y que puede fabricarse para que sea rígido o flexible. Es un material presente en una amplia gama de aplicaciones comerciales tales como: Aislante para neveras y congeladores. Productos aislantes para construcción. Acolchado de muebles. Colchones. Etc., Knauf (2017).

Lanas minerales: lana de vidrio y lana de roca

La lana es un material flexible constituido por un entrelazado de filamentos de materiales pétreos formando un filtro, el cual contiene aire en estado inmóvil. Este tipo de material permite elaborar productos muy ligeros con un alto nivel de aislamiento térmico. Es un producto natural compuesto por arena silíceo para las lanas de vidrio y roca basáltica para las lanas de roca. Este material se caracteriza por brindar una importante ganancia de aislamiento acústico en construcciones donde se implementa generando una gran reducción sonora notable.

Lana de fibra de vidrio

Este tipo de material se suministra en forma de mantas y paneles (ver Figura 22). Estos últimos están compuestos por arena de sílice, carbonato de calcio y de magnesio por lo que es resistente a la humedad. Presenta una conductividad térmica que va desde 0.030 hasta 0.050 W/m[°]K. La lana de vidrio no retiene el agua, debido a la porosidad abierta que posee.

Figura 9: Lana de vidrio



Fuente: Adaptado de HyN Empaquetaduras e

Lana de roca

Este material está conformado por el 98% de roca de origen volcánico y 2% de ligante orgánico. Su presentación es a través de paneles, fieltros y mantas. Presenta una conductividad térmica de 0.030 - 0.050 W/m²K. La lana de roca presenta ventajas como la facilidad y rapidez de instalación, es químicamente inerte, no hidrófilo y favorece al cuidado del medio ambiente.

Figura 4: Colocación de lana de vidrio. Fuente:



Fuente: Adaptado de pisos.com, 2021

También existe la lana de roca proyectada, la cual está compuesta por lana de roca y cemento blanco. Presenta aislamiento término proyectado sin puentes térmicos. Además, tiene alta resistencia mecánica y una excelente absorción acústica. No es tóxico ni emite gases que dañen el medio ambiente. El modo de aplicación es mediante una máquina neumática directamente sobre la zona a cubrir.

Clasificación de materiales según su origen: Materiales de origen natural orgánico

Clasificación de materiales por su Coeficiente de absorción Acústico

La capacidad de absorción del ruido es una medida que tiene algunos materiales e implementos de tolerar el paso del ruido a través de sus cuerpos. Estos parámetros son únicos, pues característica a cada material específico. En la escala de mediciones existentes se considera que un valor de 1 es idóneo pues la gran mayoría de las vibraciones fueron absorbidas por el material, mientras que un valor de 0 significa que toda la energía incidente en un cuerpo se fue de manera inmediata. Un resumen de tales propiedades se muestra en la figura 15. La propiedad de absorción del sonido de un material depende del ángulo con que la onda sonora incide sobre él, de manera que, por conveniencia, el coeficiente se presenta como un tipo de medida de todos los ángulos de incidencia (Harris, 1995).

Una forma típica de medir la cantidad de energía absorbida por un material es través del denominado coeficiente de absorción, definida en la ecuación 6. Este parámetro se define como la energía absorbida dividida entre la energía incidente.

El coeficiente de absorción sonora (α) para la gran mayoría de materiales no es constante a distintas frecuencias. Entonces cada material en un recinto absorberá el sonido de manera proporcional a su área (Moscoso, 2012).

Tabla 1: Coeficientes de absorción sonora en función de los materiales,

Materiales	Coeficiente de absorción sonora HZ					
	Frecuencias altas o agudas			Frecuencias bajas o graves		
	125	250	500	1000	2000	4000
Espuma de poliuretano de 50mm	0.07	0.32	0.72	0.88	0.97	1.01
Lana de vidrio de 14kg/m ² y 25mm de espesor	0.15	0.25	0.40	0.50	0.65	0.70
Lana de vidrio de 14kg/m ² y 25mm de espesor	0.25	0.45	0.70	0.80	0.85	0.85
Lana de vidrio de 35kg/m ² y 25mm de espesor	0.20	0.40	0.80	0.90	1.00	1.00
Lana de vidrio de 35kg/m ² y 50mm de espesor	0.30	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00
Ladrillo sin enlucir	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
Ladrillo pintado	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Placa de yeso 12mm a 10mm	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Cubrepiso sobre hormigón	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65
Bloque de hormigón ligero poroso	0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25
Bloque de hormigón pintado	0.10	0.05	0.06	0.70	0.09	0.08
Suelo de hormigón	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Mármol o azulejo	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Madera	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
Madera contra placada con 1cm de espesor	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
Madera de panel aglomerado	0.47	0.52	0.50	0.55	0.58	0.63
Parquet de madera sobre hormigón	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Parquet de madera sobre listones	0.20	0.15	0.12	0.10	0.10	0.07
Alfombra de goma de 0.5 cm de espesor	0.04	0.04	0.08	0.12	0.03	0.10
Alfombra de lana 1.2 kg/cm ²	0.10	0.16	0.11	0.30	0.50	0.47
Cortina 475 g/m ²	0.07	0.31	0.49	0.75	0.70	0.60
Vidrio	0.03	0.02	0.02	0.01	0.07	0.04
Ventana de vidrio domiciliario	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Puertas y ventanas abiertas domiciliarias	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Pared de ladrillo enlucida con yeso	0.013	0.015	0.020	0.030	0.040	0.050
Superficie de piscina llena de agua	0.008	0.008	0.013	0.150	0.020	0.250
Asiento de madera (0.80 m ² /asiento)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.060	0.080
Asiento tapizado grueso (0.80m ² /asiento)	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440
Persona en asiento de madera (0.80 m ² /asiento)	0.340	0.390	0.440	0.540	0.056	0.560
Persona en asiento de tapizado grueso (0.80 m ² /asiento)	0.530	0.510	0.510	0.560	0.560	0.590
Persona de pie (0.80m ² /persona)	0.250	0.440	0.590	0.560	0.620	0.500

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos hallados en adaptado de acústico, por Cibel, 2018

En la práctica, el coeficiente de absorción depende también la frecuencia del ruido, por lo que se tendrán valores ligeramente mayores en función de la frecuencia de estos, como se aprecia en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2
Coeficientes de absorción obtenidos experimentalmente, en función de las frecuencias.

Material	Espesor mm		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Ladrillo visto			0.05	0.04	0.05	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05
Hormigón			0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
Mármol enlucido			0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Yeso			0.04	0.04	0.06	0.06	0.08	0.05	0.06	0.06
Vidrio			0.08	0.17	0.07	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
Cortinas típicas			0.05	0.07	0.15	0.47	0.45	0.50	0.55	0.40
Lana de roca	25	0.05	0.10	0.40	0.65	0.70	0.75	0.80	0.75	
	50	0.10	0.15	0.45	0.65	0.75	0.80	0.80	0.80	
	100		0.25	0.40	0.65	0.80	0.85	0.85	0.90	0.85
Espuma poliuretano	25	0.10	0.15	0.25	0.55	0.75	0.80	0.90	0.90	
	50	0.15	0.20	0.50	0.75	0.95	0.90	0.90	0.90	
Techos escayola			0.20	0.20	0.15	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05
Moqueta			0.10	0.10	0.20	0.25	0.35	0.30	0.30	0.30
Suelos plásticos			0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.05	0.50	0.05
Techos acústicos pesados			-	-	-	-	-	-	-	-
Techos			0.05	0.10	0.30	0.55	0.60	0.60	0.45	0.40
Techos acústicos separados			-	-	-	-	-	-	-	-
Techo			0.20	0.35	0.50	0.70	0.70	0.80	0.75	0.70
Persona sentada			0.15	0.20	0.35	0.45	0.45	0.50	0.45	0.35
Asiento vacío			0.05	0.10	0.10	0.20	0.20	0.25	0.25	0.20

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos hallados en An improved reverberation formula, por Arau, 1998

Resulta de gran interés observar algunos de los valores que se presentan en la tabla anterior, en especial en algunos de los materiales de mayor aplicación práctica en la ingeniería civil, tal es el caso del concreto. El concreto es uno de los materiales con los coeficientes de absorción más bajos, de la tabla presentada se pueden apreciar valores que oscilan desde 1%

hasta 3%, los que quiere decir que la energía reflejada puede alcanzar valores de hasta el 99%, lo que representan valores considerablemente elevados.

Algunos otros materiales interesantes son por ejemplo la espuma de poliuretano, la que posee elevados niveles de absorción acústica, la que, dependiendo del espesor de este, y de las frecuencias de incidencia, puede llegar a alcanzar hasta un 90% de absorción. Una de las consecuencias más importantes de estas características es que el ruido generado cesa con mucha rapidez, por lo que se pueden reducir las molestias a las personas. En la Tabla 3, se muestran los coeficientes de absorción de algunos de los materiales acústicos más comunes disponibles en el mercado.

Tabla 3
Coefficiente de absorción típicos en materiales acústicos disponibles en el mercado, Fuente:

Materiales Acústicos del Mercado (HZ)	125	250	500	1000	2000	4000
Espuma de poliuretano de 35mm (fonac)	0.11	0.14	0.36	0.82	0.90	0.97
Espuma de poliuretano de 50mm (fonac)	0.15	0.25	0.50	0.94	0.92	0.99
Espuma de poliuretano de 75mm (fonac)	0.17	0.44	0.99	1.00	1.00	1.00
Espuma de poliuretano de 35mm (sonex)	0.06	0.20	0.45	0.71	0.95	0.89
Espuma de poliuretano de 50mm (sonex)	0.07	0.32	0.72	0.88	0.97	1.00
Espuma de poliuretano de 75mm (sonex)	0.13	0.53	0.90	1.00	1.00	1.00
Lana de vidrio de 14kg/m3 y 25 mm de espesor	0.15	0.25	0.40	0.50	0.65	0.70
Lana de vidrio de 14kg/m3 y 50 mm de espesor	0.25	0.45	0.70	0.80	0.85	0.85
Lana de vidrio de 35kg/m3 y 25 mm de espesor	0.20	0.40	0.80	0.90	1.00	1.00
Lana de vidrio de 35kg/m3 y 50 mm de espesor	0.30	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos hallados en Tang et. Al, 2018

Base legal

Como base legal hacemos una breve mención de las normas vigentes en nuestro medio:

- LEY N.º 27972 - LEY ORGÁNICA DE MUNICIPALIDADES (publicada el 27 de mayo del 2003).
- LEY N.º 28611 - LEY GENERAL DEL AMBIENTE (publicada el 13 de octubre del 2005).
- LEY N.º 29325 - LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (publicada 4 de marzo del 2009).
- LEY N.º 30011 - LEY QUE MODIFICA LA LEY N° 29325, LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (publicada el 25 de abril del 2013).
- DECRETO SUPREMO N.º 022-2009-MINAM - REGLAMENTO DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - OEFA (publicado el 15 de diciembre del 2009).
- RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N°015-2014-OEFA/CD - REGLAS PARA LA ATENCIÓN DE DENUNCIAS AMBIENTALES PRESENTADAS ANTE EL ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL -OEFA (publicada el 9 de abril del 2014).
- LEY N.º 30224 - LEY QUE CREA EL SISTEMA NACIONAL PARA LA CALIDAD Y EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD (publicada el 8 de Julio del 2014).
- DECRETO SUPREMO N.º 004-2015-PRODUCE - REGLAMENTO DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD – INACAL (publicado el 24 de febrero del 2015).

- **DECRETO SUPREMO N.º 085-2003-PCM - REGLAMENTO DE LOS ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO** (publicado el 24 de octubre del 2003).
- **DISPOSICIONES TRANSITORIAS;** en tanto el Ministerio de Salud no emita una Norma Nacional para la medición de ruidos y los equipos a utilizar, éstos serán determinados de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas siguientes: ISO 1996-1:1982: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos. ISO 1996- 2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo".

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el comportamiento acústico del tabique tipo estándar sin relleno, comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un Distrito de la zona sur de Lima?

Preguntas específicas

PE:1

¿Cuál es el comportamiento del tabique estándar acústico sin relleno, del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima?

PE:2

¿Cuál es el comportamiento del tabique estándar acústico tipo 01 con relleno de lana de vidrio del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima?

PE:3

¿Cuál es el comportamiento del tabique estándar acústico tipo 02 con relleno de Tecopor del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima?

PE:4

¿Cuál es el comportamiento del tabique estándar acústico tipo 03 con relleno de cartón de huevo, del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima?

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la absorción acústica del tabique estándar sin relleno comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de lima.

Objetivos específicos

OE:1

Identificar el nivel de absorción de ruido del tabique estándar sin aislante del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima.

OE: 2

Evaluar el comportamiento del tabique estándar acústico tipo 01 con relleno de lana de vidrio del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima.

OE:3

Evaluar el comportamiento del tabique estándar acústico tipo 02 con relleno de Tecnopor del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima.

OE:4

Evaluar el comportamiento del tabique estándar acústico tipo 03 con relleno de cartón de huevo del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima.

HIPÓTESIS

Hipótesis general

El uso de aislantes acústicos mejora la reducción del ruido en tabique estándar del sistema constructivo no convencional denominado muro seco en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima.

Hipótesis específicas

HE:1

El nivel de absorción de ruido del tabique estándar sin relleno presenta un alto nivel de paso de ruido, por lo que sigue siendo un problema en el sistema constructivo no

convencional denominado muro seco en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima.

HE: 2

El tabique tipo 01 con relleno de lana de vidrio disminuye el paso del ruido en comparación con el tabique estándar denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima.

HE: 3

El tabique tipo 02 con relleno de Tecnopor disminuye el paso del ruido en comparación con el tabique estándar y el tabique tipo 01 denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima.

HE: 4

El tabique tipo 02 con relleno de cartón de huevo disminuye el paso del ruido en comparación con el tabique estándar y los tabiques tipo 01 y tipo 02 denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima.

JUSTIFICACIÓN

En el mundo actual existen experiencias diversas del uso de muro seco y aislantes acústicos con diferentes materiales, sin embargo, en el Perú se tiene una escasa o nula experiencia del uso correcto de aisladores acústicos a fin de ser medidos y poder tener una variable exacta de cómo saber aislar un muro seco de acuerdo con las exigencias del ambiente o de acuerdo con el ruido en que se está expuesto.

RM N° 400-VIVIENDA (2017) En su Artículo 2 indica lo siguiente: Dispóngase que la utilización del Sistema Constructivo No Convencional denominado “Sistema de Construcción en Seco ETERNIT”, estará limitado a las especificaciones técnicas contenidas en la Memoria Descriptiva General del sistema que se aprueba en el artículo 1 de la presente resolución y a la guía de Riesgo para el uso de los Materiales utilizados en el Sistema de Construcción en Seco ETERNIT.

Justificación Académica: La investigación se justifica académicamente porque permitirá aplicar que tipo de aislantes acústicos y metodología para realizar el diseño del muro seco tipo estándar, de tal manera poder llegar a los datos reales de como minimizar el ruido a lo que está expuesto.

Justificación Técnica: El presente proyecto está basado en la norma Americana ASTM E 90, ASTM E413, ASTM C423, ASTM E1332-10a, ASTM E2235 que da a conocer las mediciones, coeficiente, clasificación, atenuación del sonido.

Justificación social: La investigación se justifica socialmente porque proporcionará una alternativa de solución adecuada para afrontar el problema del ruido en los muros secos tipo estándar y quede como precedente su buena utilización a fin de minorizar el ruido interno.

En función a los resultados obtenidos en otros países, es necesario realizar investigaciones en nuestro país que permitan optimizar el uso de ciertos aislantes acústico aplicados al tabique tipo estándar. Es por ello, que esta investigación pretende contribuir a la mejora del comportamiento acústico en el muro seco tipo estándar y así obtener datos específicos para un mejor costo.

Justificación Sanitaria:

La Hipoacusia es la pérdida de la audición la cual es ocasionada por una lesión o una exposición prolongada al ruido. El fin de esta investigación es poder llegar a conocer cuanto es el valor real de absorción del tabique tipo estándar sin relleno, así como poder obtener los diferentes valores de absorción de los tabiques con diferente relleno a fin minimizar los diferentes ruidos a los que estamos expuestos en la Ciudad de Lima,

Justificación Ambiental:

El ruido urbano de la ciudad de Lima es una de las principales molestias tanto para la salud y el medio ambiente, es por tal motivo que esta investigación desea obtener los datos reales de los diferentes tabiques a estudiar a fin de minimizar con la instalación d ellos mismos el ruido que se tiene en la comunidad respectiva.

Variable Dependiente, propiedad o característica que se trata de cambiar mediante la manipulación de la variable independiente. La variable dependiente es el factor que es observado y medido para determinar el efecto de la variable independiente.

En esta investigación la variable dependiente es el tabique.

Variable Independiente, característica o propiedad que se supone ser la causa del fenómeno estudiado. En investigación experimental se llama así, a la variable que el investigador manipula rellenos. En tal sentido las variables independientes son los diferentes rellenos utilizados en el tabique.

OPERALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	INDICADORES	ITEM
(Tabique de Drywall) Variable Dependiente	Es un elemento empleado en la construcción para las divisiones en viviendas, oficinas etc.	El componente cognitivo	Experiencia y su uso en la construcción como aislador acústico	Se desconoce
Rellenos Acústicos (Variable Independiente)	Son rellenos de diferentes características que sirven para minimizar el paso del ruido.	-Lana de vidrio (tipo 01) -Tecnopor (tipo 02) -Cartón de huevo (tipo 03)	Mayor disminución del ruido que el tabique estándar. Mayor disminución del ruido que el tipo 01. Mayor disminución del ruido que el tipo 01 y tipo 02.	Absorción del 20%. Absorción del 15 %. Absorción del 25%

CAPITULO II. METODOLOGÍA

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación de este trabajo tiene un enfoque es experimental:

Hernández, Fernández, Batista (2010) señalan que el término “diseño” se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que desea. Por lo tanto, el diseño de investigación se concibe como estrategias en las cuales se pretende obtener respuestas a las interrogantes y comprobar las hipótesis de investigación, con el fin de alcanzar los objetivos del estudio.

En el caso de enfoque cuantitativo, el investigador utiliza su diseño para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto particular o para aportar evidencias respecto de los lineamientos de la investigación Hernández, Fernández, Batista (2010, p.119). El presente proyecto tiene un tipo de investigación de tipo Aplicada.

El proyecto se interesa en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta. Busca conocer para hacer, para actuar, para modificar. Transforma los conocimientos científicos en tecnología.

Nivel de investigación: Investigación explicativa: definir (ampliar)

Pretende explicar la relación causa-efecto entre dos o más variables. Lo cual se alcanza con el Diseño Experimental.

1.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

La población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de la población poseen una característica común, la cual estudia y da origen a los datos de esta investigación. Entonces, una población es el conjunto de todas las cosas que concuerdan con una serie determinada de especificaciones técnicas, Tamayo y Tamayo, (1997).

La población de esta investigación será: A toda vivienda ubicada y la cual esté expuesta a niveles altos de ruido y desee aplicar el tabique propuesto acorde al resultado obtenido en la presente.

Muestra

La muestra, es un subgrupo de la población, donde reúne todas las características y propiedades de la misma, es no probabilística por conveniencia; de la cual se obtienen resultados por cada tipo de tabique propuesto a fin de determinar la mayor absorción de los mismos al ruido, las cuales fueron planteados en la zona Sur de Lima con el fin de obtener los datos a una mayor exposición de ruido (tráfico de la ciudad) con el fin de obtener resultados o conclusiones semejantes y de relevancia en relación al problema inicial planteado. Los procedimientos adecuados del muestreo permitirán la correlación de los respectivos datos con propiedades de la muestra.

La muestra está representada por el número de modelos preparados (04 unidades) para realizar los ensayos de laboratorio conforme al diseño experimental planteado. Las muestras de esta investigación serán: El resultado para determinar con claridad la absorción de ruido utilizando diferentes aisladores acústicos en el tabique tipo estándar del sistema constructivo no convencional (03 muestras con diferente relleno acústico).

2.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Técnicas:

La técnica para emplear es de medición y observación, se tiene en consideración la ejecución previa de ensayos de caracterización del tabique tipo estándar del sistema constructivo no convencional, utilizando diferentes aislantes acústicos con el fin de obtener la medición y el control de ruido.

De tal manera de obtener la fiabilidad del mismo, junto con la eficacia de obtener los principales valores en las utilidades de los diferentes elementos acústicos para la reducción del ruido en el tabique tipo estándar del sistema constructivo no convencional.

Instrumentos:

- Unos de los instrumentos utilizados fue la entrevista la cual me sirvió para percibir el conocimiento de personas expertas e involucradas en el tema de instalación del sistema no convencional, a fin de triangular respuestas y obtener propuestas de diferentes rellenos acústicos más comerciales en la ciudad de Lima.
- El otro instrumento obtenido de las entrevistas dadas fue la recolección de fichas técnicas de los diferentes aislantes acústicos existentes en la ciudad de Lima.
- Armado de 04 maquetas de drywall de 500 mm x 600 mm x 600 mm, con los siguientes materiales:
 - Parante Galvanizado de 3 5/8".
 - Riel Galvanizado de 3 5/8".
 - Placa estándar de 1/2".
 - Aislante acústico Lana de vidrio de 25 kg/m³ 80mm de espesor.
 - Aislante acústico Tecnopor 50mm.

-Aislante acústico Bandeja porta huevo (cartón). 300mm x 300mm x 50mm

- Para finalizar se realizarán ensayos utilizando un sonómetro de tipo A, posteriormente se registrará en tablas las cuales se recolectará información obtenida para definir el comportamiento acústico de los aislantes en el tabique tipo estándar del sistema constructivo no convencional.

Recolección de datos

Análisis estadísticos: Análisis ligado a la hipótesis: cada una de las hipótesis formuladas debe ser objeto de verificación.

PROCEDIMIENTO

- En este capítulo, se aborda el desarrollo del presente trabajo de investigación, donde los procedimientos serían la recolección de datos específicos a través de las entrevistas realizadas a especialistas, posteriormente a la recolección de fichas técnicas de los diferentes datos obtenidos a los entrevistados y para finalizar la realización de ensayos de los aislantes acústicos dentro del tabique tipo estándar del sistema constructivo no convencional sin relleno y con 03 rellenos más comerciales de la capital, los criterios de selección y sus correspondientes resultados.
- Para analizar los decibeles producidos en el Distrito de la zona Sur de Lima se instalará la maqueta de drywall con sus diferentes tabiques por el lapso de 05 minutos, utilizando el sonómetro tipo 1 a 114 dB.
- Se instalará el sonómetro en la maqueta para la primera medición de 10 minutos por cada tipo de muestra.

- Se registran los datos en el formato de monitoreo de acuerdo con el tipo de muestra:

R1: Sin Tabique

R2: Tabique estándar sin relleno acústico.

R3: Tabique con lana de vidrio

R4: Tabique con Tecnopor

R5: Tabique con bandeja porta huevo (cartón).

Análisis de datos

Una vez que se completan los ensayos acústicos en los diferentes tipos de aislantes, se procede a efectuar a recabar información obtenida en los diferentes experimentos comparativos, a través de tablas, así de esta manera obtener resultados expresándolos el valor final en porcentajes obtenidos en cada ensayo y así poder determinar la absorción acústica por cada muestra.

Aspectos éticos

Para obtener información del tabique tipo estándar y su absorción al ruido es que se recurrió a la búsqueda de expertos en el tema, con el fin de recabar información fiable, la cuales se anexa fotos y transcripciones de las entrevistas.

Se recurrió a la búsqueda de profesionales para el desarrollo de los ensayos, los cuales emitieron un informe técnico anexado en la parte final por cuestiones de transparencia.

Con el fin de recabar resultados transparentes y éticos, es que esta investigación ha sido enfocada en obtener los mismos que, respetando los aspectos normativos se han utilizado equipos calibrados para realizar las mediciones respectivas.

Aquí se señala que los datos obtenidos en los diferentes ensayos son reales, con el objetivo de tener un dato real del tipo de tabique que se utilizaría para cada espacio o ambiente, teniendo como data el resultado de éstos.

LIMITACIONES DE ESTUDIO

Debido a la pandemia y las restricciones otorgadas por el gobierno en su momento, se buscó entre los métodos tradicionales una cámara reverberante y un tubo de impedancia, estando estos elementos inubicables y si los había sus costos son demasiados elevados.

Del mismo modo se hizo las consultas a prestigiosas universidades para poder contar con los mencionados equipos las cuales no contaban con los mismos por su elevado costo y en otro caso no estaban disponibles para personal que no perteneciera a dicha institución.

CAPITULO III. RESULTADOS

Como se mencionó en el capítulo anterior, los resultados se recaban a partir de diversas técnicas e instrumentos como son las entrevistas a expertos y los ensayos. En el caso de las entrevistas, se organiza la siguiente matriz comparativa para analizar y comprender la primera parte de la investigación antes de pasar a los resultados específicos.

Tabla 4
Matriz de entrevistas a expertos

Preguntas realizadas	Ing. Rosa León Ríos	Arq. Oscar Varga Becerra	Edgar Bustinza Pérez
¿Cuánto tiempo conoce el sistema constructivo no convencional conocido como Drywall?	20 años	20 años	25 años
¿Cuál cree usted que son sus tres principales desventajas?	no se puede utilizar en exteriores, problemas por humedad y aislamiento acústico.	fragilidad superficial, poca resistencia a la humedad, poca absorción de ruido	Poca resistencia a la humedad, el aislamiento acústico ya no es un problema.
¿Cuál diría que son los 3 aislantes más empleados o conocidos para la tabiquería tipo estándar de Drywall en la ciudad de Lima?	lana de vidrio, Tecnopor, corcho	lana de vidrio, lana de vidrio, Tecnopor, esponja, cartón	lana de fibra de vidrio, espuma (tipo sikabond), cartón de huevo
¿Tiene alguna idea exacta o aproximada de los decibeles que absorbe la tabiquería estándar con alguno de estos aislantes? ¿Es posible encontrar esta información en las fichas técnicas?	(...) No se encuentra la información adecuada El tabique con relleno de lana de fibra de vidrio podría absorber 37 decibeles.	No	El tabique con relleno de lana de fibra de vidrio podría absorber 37 decibeles.
¿Cree que sería útil saber el nivel de absorción de los aislantes acústicos? ¿Si es así, por qué?	Sería conveniente porque a veces tenemos áreas donde no debe escucharse absolutamente nada para afuera y para eso sería necesario hacer ensayos.	(...) es necesario para algunos ambientes (...) especialmente en edificios residenciales.	Sí, por eso se explica la densidad y absorción en la ficha técnica.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en mayo 2022



Figura 5:Entrevista al Sr. Edgardo Bustinza Pérez – Supervisor y Técnico Capacitador de Eternit



Figura 6:Entrevista al Arq. Oscar Vargas Becerra, Especialista en Arquitectura Hospitalaria



Figura 7:Entrevista a la Ing. Civil Rosa Alicia León Ríos, jefa de Calidad en Sinohydro Corporation Limited – Sucursal del Perú

Resultado 1: Descripción de la problemática real

A partir de las entrevistas (ver Tabla 4), se determina por orden de recurrencia que la principal desventaja del tabique estándar del sistema constructivo no convencional en la ciudad de lima es la baja absorción el ruido; seguido de la poca resistencia a la humedad y fragilidad.



Figura 8:: Nube de palabras sobre los principales problemas en el uso de tabiquería estándar Fuente: elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas, 2022

Resultado 2: Investigación de los tres aislantes más comerciales

Con relación al segundo objetivo/resultado, es posible identificar lo siguiente en base a las entrevistas a expertos y la revisión de fichas técnicas:

Los aislantes más usados en la ciudad de Lima son, en orden de importancia, la lana de fibra de vidrio, el Tecnopor (polietileno expandido) y el cartón de huevo. En el caso del primero, es importante considerar que es el único aislante probado técnicamente. Por otro lado, el Tecnopor no es recomendado por los expertos debido a su naturaleza inflamable y el cartón de huevo, es el aislante más usado en la autoconstrucción.

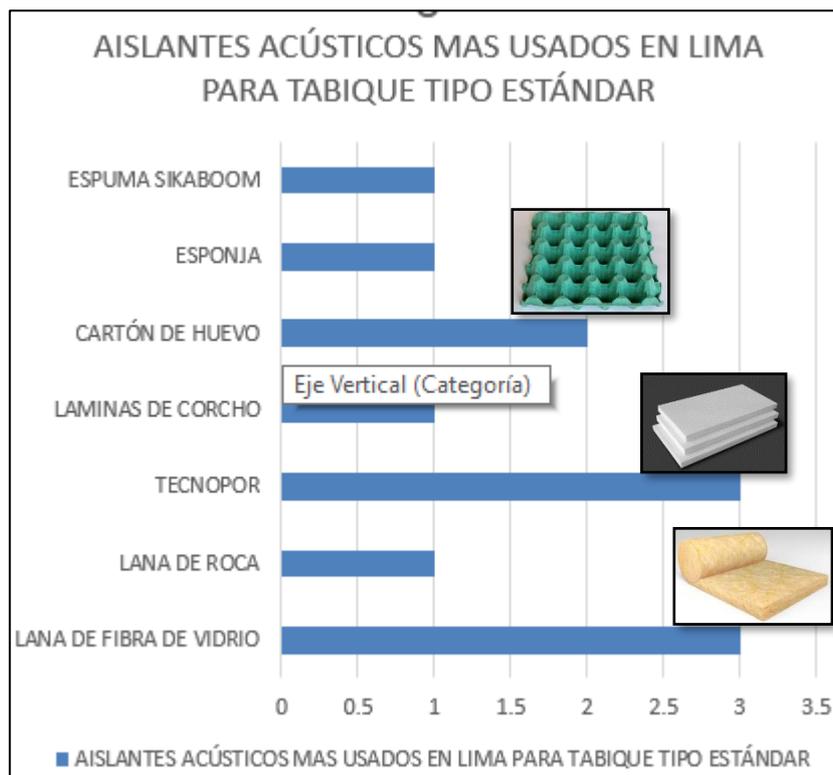


Figura 9: Aislantes acústicos más usados en la ciudad de Lima, Fuente: elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas 2022

Resultado 3: Evaluación del nivel de absorción de ruido

Para obtener la medición de absorción de ruido del muro estándar sin relleno se procedió a la fabricación de este con el fin de obtener el valor de absorción.



Figura 10: Fabricación de módulos de Drywall



Figura 11: Tabique de Drywall tipo estándar sin relleno

“Evaluación del comportamiento acústico del tabique tipo estándar sin relleno, comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de lima.”



Figura 12: Medición de ruido ambiental en Distrito de la zona Sur de Lima



Figura 13: Pre verificación sonómetro digital clase 1 marca Criffer

“Evaluación del comportamiento acústico del tabique tipo estándar sin relleno, comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de lima.”



Figura 14: Pre verificación sonómetro digital clase 1 marca Criffer



Figura 15: Instalación de sonómetro en tabique de Drywall tipo estándar



Figura 16: Coordinación con personal técnico para realizar las mediciones in situ



Figura 17: Medición de absorción de ruido de tabique tipo estándar sin relleno acústico

MONITOREO DE SONOMETRIA									
		Vigencia	Revisión	Código	Realizado por	Aprobado por	Página		
		18/02/2022	1	FC-SSO-03	H-O	TECH PERU	1 / 1		
A) Datos de Empresa									
Código de monitoreo:		R001							
Empresa/Sede:		MESOUND SAC Jorge Subauste Lopez							
B) Datos de Equipo									
N° Serie Sonómetro:		35000448		Marca: CRIFFER		Modelo: OCTAVA PLUS			
N° Serie Calibrador:		18102348		Marca: CRIFFER		Modelo: CR-2			
Pre-Verificación:		Hora: 2:38 pm		Nivel dB:		114			
Post-Verificación:		Hora: 3:55 pm		Nivel dB:		114			
C) Datos de Campo									
N°	Descripción/Fuentes sonoras	Área	Lugar	Hora Inicio	Hora Final	Leq (dBA)	Lmin (dBA)	Lmax (dBA)	Lpico (dBC)
1	Sin tabique	R1		2:45	2:55	71,4		85,7	101,5
2	Tabique sin Relleno	R2		2:58	3:08	68,1		82,9	101,0
3	Tabique con Lana de vidrio	R3		3:11	3:21	65,9		81,3	99,8
4	Tabique con tecnopor	R4		3:24	3:34	65,1		81,5	98,7
5	Tabique con Carton de Knauf	R5		3:37	4:47	64,0		83,6	102,5
6									

Figura 18: Resultado de medición de absorción de ruido en R1 y R2

MONITOREO DE SONOMETRIA						
Vigencia	Revisión	Código	Realizado por	Aprobado por	Página	
18/02/2022	1	FC-GSO-03	H-O	TECH PERU	1 / 1	

A) Datos de Empresa

Código de monitoreo: R001
 Empresa/Sede: HESOUND SAC Jorge Subauste Lopez

B) Datos de Equipo

N° Serie Sonómetro: 35002448 Marca: CRIFFER Modelo: OCTAVA PLUS
 N° Serie Calibrador: 18102348 Marca: CRIFFER Modelo: CR-2
 Pre-Verificación: Hora: 2:38 pm Nivel dB: 114
 Post-Verificación: Hora: 3:55 pm Nivel dB: 114

C) Datos de Campo

N°	Descripción/Fuentes sonoras	Área	Lugar	Hora Inicio	Hora Final	Leq (dBA)	Lmin (dBA)	Lmax (dBA)	Lpico (dBC)
1	Sin tabique	R1		2:45	2:55	71,4		85,7	101,5
2	Tabique sin Relleno	R2		2:58	3:08	68,1		82,9	101,0
3	Tabique con Leno de lana	R3		3:11	3:21	65,7		82,5	97,8
4	Tabique con tecnopor	R4		3:24	3:34	65,1		81,5	98,7
5	Tabique con Carbon de Muro	R5		3:37	4:47	64,0		83,6	102,5
6									
7									
8									
9									
10									

D) Descripción de Ambiente de Trabajo

Descripción de las actividades de trabajo: _____

N° de Personas Expuestas:

E) Controles Existentes

Eliminación Sustitución Ingeniería Administrativos EPP No Existe

Descripción: TABIQUES DE DRYWALL TIPO ESTANDAR

F) Observaciones

Evaluador: ROJAS ESTRADA JUAN MANUEL DNI: 75567522
 VB: Jorge Luis Subauste Lopez DNI: 40732802

Figura 19: Resultado de medición de absorción de ruido en R1 y R2

Como resultado de la medición realizada al tabique tipo estándar se obtuvo que dicho tabique tiene una absorción de 33.3 dB la cual se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 5: Resultados obtenidos de ensayos

Nº	Descripción/fuentes sonoras	área	Hora de inicio	Hora de fin	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	Lpico (dBC)
1	Sin tabique	R1	2.45pm	2.55pm	71.4	85.7	101.5
2	Tabique sin relleno	R2	2.58pm	3.08pm	68.1	82.9	101

Fuente: Elaboración propia

1.1.Resultado 4: Evaluación del comportamiento del tabique estándar con cada uno de los aislantes

Para obtener la medición de absorción de ruido del muro estándar con relleno se procedió a la fabricación de tres muestras utilizando Lana de vidrio, Tecnopor y Cartón de huevo con el fin de obtener el valor de absorción.



Figura 20: Tabique tipo estándar con diferentes rellenos: lana de vidrio, Tecnopor y cartón de huevo

“Evaluación del comportamiento acústico del tabique tipo estándar sin relleno, comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de lima.”



Figura 21: Medición de absorción de ruido con tabique tipo estándar con relleno de lana de vidrio



Figura 33: Medición de absorción de ruido del tabique tipo estándar con relleno de Tecnopor



Figura 34: Medición de absorción de ruido con tabique tipo estándar con cartón de huevo



Figura 35: Verificación de mediciones in situ



Figura 36: Finalización de ensayos de medición de absorción acústica con el equipo técnico

Los resultados obtenidos en estos ensayos y realizando el proceso de datos obtenidos sobre las muestras para medir el comportamiento del tabique tipo estándar con diferentes rellenos acústicos dan como resultado que el material de bandeja porta huevo empleado da una mayor absorción frente a la Lana de vidrio y el Tecnopor respectivamente con una absorción de 7.4 dB, la cual se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 6: Resultados obtenidos de ensayos

Nº	Relleno empleado en el tabique St.	área	Hora de inicio	Hora de fin	Leq(dBA)	Lmax(dBA)	Lpico(dBC)
1	Lana de vidrio	R3	3.11pm	3.21pm	65.9	81.3	99.8
2	Tecnopor	R4	3.24pm	3.34pm	65.1	81.5	98.7
3	Cartón de huevo	R5	3.37pm	4.47pm	64	83.6	102.5

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, se acepta la hipótesis general que establece que el uso de aislantes acústicos mejora la reducción en el tabique estándar del sistema constructivo no convencional denominado muro seco, en proyectos el Distrito de la zona Sur de Lima 2021. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene según Espinoza (2021), se determina la importancia de control de ruido en algunas zonas como las de hospitalización debido a su incidencia en la recuperación de los pacientes.

En lo que respecta a la relación de que el ruido sigue siendo un problema en el sistema constructivo no convencional, Según Ávila (2020), las edificaciones urbanas deberían concebirse de modo que el ruido no penetre al interior o no aumente su nivel en el exterior. La consecución de estos objetivos armonizaría la relación de acondicionamiento entre el hábitat y el espacio comunitario, considerando el tipo de calles de las ciudades, esto es acorde con lo que en este estudio se halla.

En este caso, existen diversos aislantes acústicos en el mercado de lima, lo más usados en tabiquería tipo estándar: son lana de vidrio, lana de roca y el black teather, éste concuerda con lo que indica Fernández, Rogerio y Camargo (2018) mencionan que cuyo objetivo es presentar la comparación entre la capacidad acústica de la lana de vidrio y la lana de roca en su aplicación como aislador en las nuevas tecnologías de construcción como es el caso del sistema de muro seco. A partir de este estudio se determina un incremento en el uso del muro seco como sistema constructivo debido a su eficiencia y costo. Sin embargo, en este estudio no se realizó el experimento con la lana de roca.

Por otro lado, el tabique estándar sin aislante no tiene una absorción acústica adecuada para generar el confort en ambientes expuestos a más de 60 Decibeles según norma, en este caso no se ha evidenciado que el tabique tipo estándar tenga un ensayo la cual nos indique que sin el uso en su interior con lana de vidrio cumpla con la absorción adecuada, sin embargo, en este estudio se ha detectado que tiene una absorción acústica de 3.3 dB, por lo que éste estudio concuerda y guarda relación con la presente hipótesis.

Según los datos obtenidos en esta presente investigación el nivel de absorción acústica del tabique tipo estándar depende del tipo de aislante que se emplea para poder cumplir con lo mínimo requerido por la normativa, Ribeiro (2018), Con relación a los resultados de la investigación se concluye que, en temas de acústica, el sistema de muro seco puede tener el mismo aislamiento acústico que otros sistemas convencionales, siempre y cuando se empleen aislantes adecuados, incluso presentan resultados superiores a los presentados en la hipótesis al tener una alta diferencia de peso y espesor para el mismo desempeño acústico.

CONCLUSIONES

En la presente tesis se determinó que un tabique estándar sin material de relleno no brinda una adecuada absorción acústica; sin embargo, colocando los diferentes tipos de aislantes dentro de un tabique para optimizar su uso fue positiva, ya que habiendo realizado los diferentes ensayos se pudo comprobar que los diferentes elementos acústicos utilizados conllevan a una reducción del ruido.

Al realizar el ensayo con la muestra de tipo 01 (relleno con lana de vidrio) nos dio una mejor absorción acústica en diferencia con la muestra anterior (tabique sin relleno).

Posteriormente se procedió a realizar el ensayo del tabique con la muestra tipo 02 (relleno de Tecnopor) el cual nos dio una mínima diferencia con la muestra de tipo 01, cabe destacar que la lana de vidrio por su composición tiene una mejor reacción al fuego la cual tiende a encogerse al tener contacto con el fuego.

Finalmente se realizó el ensayo del tabique con la muestra tipo 03 (cartón de huevo), sobresaliendo ante los tabiques de muestra tipo 01 y tipo 02 con mejor resultado de absorción al ruido; sin embargo, de igual forma se menciona que dicho material es inflamable por lo que no se recomienda utilizarlo como aislante salvo se le haga un tratamiento ignífugo. Al hacer la evaluación con los tres diferentes tipos de rellenos se determinó que el elemento de cartón de huevo tiene una mayor absorción del ruido.

En tal sentido, se concluye que efectivamente la problemática real es la falta de información sobre los diferentes materiales acústicos que se pueden utilizar y en base al experimento se llegó a determinar la capacidad de absorción de los elementos estudiados.

Así mismo se pudo determinar que los materiales más utilizados en la ciudad de Lima son la Lana de Vidrio, el Tecnopor y el cartón.

Cabe mencionar que, para determinar la absorción acústica de esta metodología fue importante realizar la triangulación de las entrevistas realizadas a los expertos, así como las respuestas obtenidas, porque eso conllevó a realizar los ensayos al tabique tipo estándar de muros seco con relleno y con tres diferentes tipos de rellenos, los más comerciales de la ciudad, lo que más ayudó a generar esta metodología fue la elaboración y ensayos de los diferentes módulos fabricados para su experimentación.

IMPLICANCIAS

Ante la falta de trabajos de investigación sobre el tema en mención en la ciudad de Lima, este estudio pretende contribuir en las investigaciones y experimentos de la población en mención.

Por otro lado, con los datos obtenidos en el experimento, contribuye a tener un dato exacto de la absorción acústica del elemento y de esta manera contribuir a la reducción de ruido ya que esto afecta a la salud de la población.

De igual forma pedir a las entidades estatales como las municipalidades, hacer estudios en sus zonas de mayor impacto del ruido, los permisos por motivos políticos fueron denegados.

REFERENCIAS

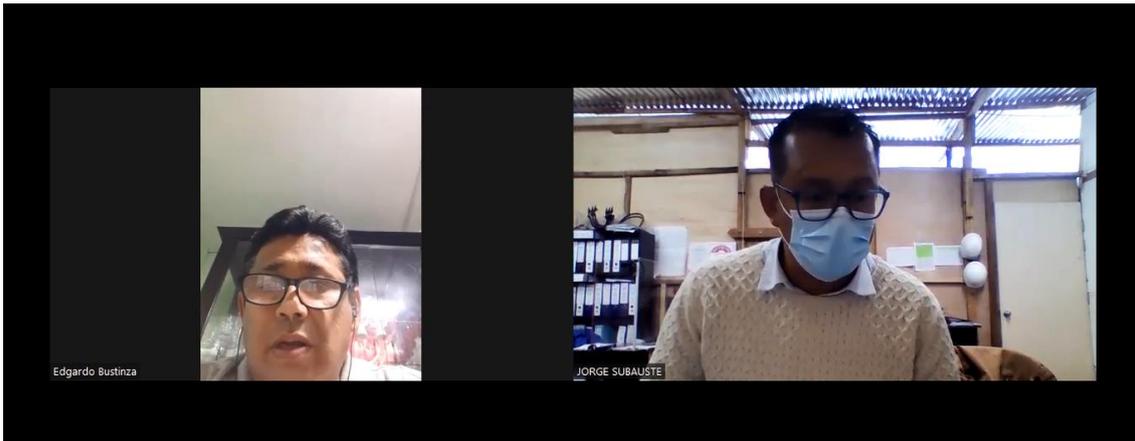
- Alcántara, K. M. (2019). El sistema drywall como alternativa constructiva sostenible en edificaciones de viviendas en el distrito de Chiclayo - Lambayeque. Chiclayo, Peru.
- Angulo, T. A., & Pimentel, C. G. (2021). Análisis comparativo del sistema constructivo drywall y el sistema constructivo tradicional en un módulo básico en la ciudad de Trujillo. Trujillo, Perú.
- Cabrera, R. M. (2018). Propuesta de mejora del proceso de planificación de proyectos en una empresa de construcción con sistema drywall. Lima.
- Espitúa, J. C., & Mejía, A. C. (2019). Sistema constructivo para muros divisorios en bloque de yeso. Bogotá, Colombia.
- Eternit. (2015). Manual Técnico Gyplac. *Sistema de construcción en seco Eternit (drywall)*. Lima.
- Felix German Delgado Ramirez, D. W. (2016). Planteamiento del sistema constructivo Drywall para la mejora de la autoconstrucción de viviendas. PP.JJ. Enrique Montenegro, San Juan de Lurigancho. Lima.
- García, A. F. (2017). Análisis de sistemas constructivos y valorización de residuos para su aplicación en la construcción. Orihuela, España.
- Perez, L. D. (2018). Análisis comparativo de la construcción con drywall con la construcción tradicional en edificaciones del parque industrial Villa el Salvador. Lima, Perú.
- Rivero, A. J. (2016). Gypsum Waste Management in the European Union. *Towards a circular economy for the construction sector*. España.
- Saldaña, S. L. (2015). Propuesta alternativa de uso de sistema constructivo no convencional en seco para la construcción de un módulo residencial. Tarapoto, Peru.
- Sanchez, R. M. (2014). Uso estructural de prefabricados de yeso en la arquitectura levantina de los siglos XV y XVI. España.

ANEXOS

ENTREVISTAS A EXPERTOS

ENTREVISTA A EDGARDO BUSTINZA

Realizada por Jorge Subauste en Ayacucho, 07 de mayo de 2022.



JS: Estimado Edgardo, vamos a iniciar una entrevista en el marco del proyecto de investigación vinculado a la evaluación del comportamiento acústico del sistema constructivo no convencional de muro seco, más conocido como drywall. Mi nombre es Jorge Subauste y en esta oportunidad contamos con la presencia de Edgardo Bustinza, Supervisor y técnico capacitador de Eternit desde el año 1998. La entrevista a cabo hoy sábado 07 de mayo a las 5:30pm vía zoom

Qué tal Edgardo? Vamos a comenzar. Gracias por tu tiempo para empezar

EB: No se preocupe

JS: Para empezar, quisiera consultarle cuánto tiempo tiene trabajando en Eternit

EB: En Eternit estamos trabajando desde el 98 como técnico supervisor y capacitador en sistema no convencional conocido como Drywall

JS: ¿Cuánto tiempo conoces este sistema?

EB: Desde el año 95

JS: ¿Y, Podría identificar los 3 principales problemas del Drywall? ¿Cuál cree USTED que son sus tres principales desventajas?

E: una de las grandes desventajas del drywall es la humedad cuando ponemos la plancha de yeso en el exterior. Pero todo lo demás se puede resolver con la norma técnica en el drywall... Incluso en el tema acústico tiene buen comportamiento porque tenemos tres tipos de plancha. La de 12,7 tiene 37dB por ejemplo

JS: ¿Nos referimos al tabique estándar?

EB: Sí

JS: Bien, y En su experiencia, ¿cuál diría que son los 3 aislantes más empleados o conocidos para la tabiquería tipo estándar de drywall en la ciudad de Lima?

E: Lo clásico es la lana de fibra de vidrio. Y por ahí, otros usan Tecnopor, pero nosotros no lo recomendamos por temas de seguridad, también la espuma (...) Usted sabe que en el tecnopor una chispa podría expandirse fácilmente, por eso recomendamos la lana de vidrio, aunque el tecnopor sea más económico (...) Incluso sé que la gente en Lima usa cartón de huevo de manera empírica.

E: Es una espuma muy parecida al sikadur, pero se tiene que rellenar todo y sale carísimo

JS: ¿Y la lana de roca?

E: La lana de roca no es muy comercial y se usa para tabiques resistentes al fuego.

JS: Ok. La cuarta pregunta es algo que ya has mencionado respecto a los decibeles que absorbe la tabiquería estándar. Me dices que absorbe 37Db, ¿esto es con o sin la lana de vidrio?

EB: Sin la lana de vidrio es 37Db y con lana de vidrio absorbe 44Db.

JS: Muchísimas gracias, Edgardo.

EB: Para servirle. Hasta luego.

ENTREVISTA A ING. ROSA LEÓN

Realizada por Jorge Subauste en Ayacucho, 07 de mayo de 2022



JS: Buenas noches, en estos momentos me encuentro con la Ing. Rosa León, ingeniera civil con más de 42 años de experiencia, especialista de calidad en diferentes proyectos hospitalarios a nivel nacional.

Ingeniera Rosa, muchas gracias por su tiempo. Quisiera hacerle unas cuantas consultas ya que estoy realizando una investigación sobre la capacidad de absorción del tabique tipo estándar del sistema constructivo no convencional conocido como drywall. ¿Cuánto tiempo conoce este sistema?

RL: Bueno, este tipo de sistema lo conozco hace más de veinte años y lo he trabajado en diferentes proyectos: oficinas, almacenes, hospitales y clínicas; incluso viviendas.

JS: Y, ¿podría identificar los 3 principales problemas del Drywall?

RL: Bueno, como desventajas del drywall yo diría que no puede ser utilizado en la parte exterior por los problemas de intemperie y lluvias. También si este material se moja, puede deteriorarse (...) Otra desventaja es que debe utilizarse con lana de vidrio, de manera que los sonidos no se escuchen hacia afuera en caso de una oficina o ambientes donde se necesite que el ruido no salga.

JS: Bien. Sabemos que existen materiales para mejorar el aislamiento acústico de los tabiques de drywall. En su experiencia, cuál diría que son los tres aislantes más empleados o conocidos en la ciudad de Lima.

RL: En la ciudad de Lima se utiliza la lana de vidrio. Otra opción podría ser el polietileno expandido (tecnopor) y más económico podría ser el corcho.

JS: Y, ¿tiene una idea exacta de los decibeles que absorbe con la tabiquería estándar con uno de estos materiales mencionados o es posible encontrar esta información en sus fichas técnicas?

RL: En las fichas técnicas no he leído que exista esta información, pero creo que se tendría que absorber al menos unos 50Db. Sin embargo, no existe una información adecuada.

JS: Ok. ¿Y cree usted que sería útil saber el nivel de absorción de los aislantes acústicos? Si es así, ¿por qué?

RL: Claro que sería conveniente en casos de un área donde no deba escucharse nada hacia el exterior y para eso sería necesario realizar ensayos para que nos puedan alcanzar esa información.

JS: Listo, ingeniera. Le agradezco su tiempo.

ENTREVISTA A ARQ. OSCAR VARGAS

Realizada por Jorge Subauste en Ayacucho, 07 de mayo de 2022



JS: Buenas tardes, ante todo. Me encuentro con el Arq. Oscar Vargas, especialista de arquitectura de Sinohydro Corporation Limited Sucursal.

Arquitecto, ¿usted conoce el sistema constructivo no convencional conocido como Drywall?

OV: Efectivamente

JS: ¿Desde hace cuánto tiempo?

OV: Unos veinte años, más o menos

JS: ¿Y podría identificar los tres principales problemas del mismo?

OV: la fragilidad superficial, el control de humedad interna y poca absorción de ruido

JS: Ok gracias. Sabemos que existen materiales para mejorar el aislamiento acústico de los tabiques de drywall, en su experiencia. ¿Cuál diría que son los 3 aislantes más usados para la tabiquería estándar en la ciudad de Lima?

OV: Para la tabiquería estándar lo que son lana de fibra de vidrio, lana de roca (...) y en algunas cosas (...) Tecnopor de una pulgada o esponja. Algo que he visto pero nunca he usado ha sido cartón corrugado

JS: ¿Tiene alguna idea exacta o aproximada de los decibeles que absorbe la tabiquería estándar con alguno de estos aislantes?

OV: No. Solamente podría identificar una absorción baja, media y superior.

JS: ¿Y, las fichas técnicas en caso de la lana no indica?

OV: Solamente la densidad

JS: ¿Finalmente, cree usted que sería útil saber el nivel de absorción? Si es así, ¿por qué?

OV: Si, por supuesto. Para ambientes específicos como los baños en el caso de condominios, por ejemplos

JS: Listo, arquitecto. Muchísimas gracias por su tiempo.

4.1 INFORME TÉCNICO

INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO – Junio 2022

Elaborado para:

SUBAUSTE LOPEZ JORGE LUIS

RUC: 10407328022

Preparado por:

TECH PERU INDUSTRIAL S.A.C RUC: 20603130457

DIRECCIÓN: CAL. RICARDO ROSSEL NRO. 158 INT. 402 URB. LOS ROSALES ET. UNO
LIMA

LIMA - SANTIAGO DE SURCO



JUNIO 2022

PEDRO CUEVA SÁENZ
ESPECIALISTA EN ERGONOMÍA LABORAL
CIP: 182947

	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

INDICE

INDICE.....	2
I. GENERALIDADES.....	3
1.1. Datos generales.....	3
1.2. Introducción.....	3
1.3. Objetivos de la evaluación.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivo específico.....	3
1.4. Normativa legal aplicada.....	3
1.5. Alcance.....	4
II. EVALUACIÓN DE RUIDO.....	5
2.1. Monitoreo de ruido.....	5
2.1.1. Definiciones.....	5
2.1.2. Procedimiento de medición de nivel de ruido.....	6
2.1.3. Análisis de resultados.....	8
2.1.4. Equipos de Medición.....	8
2.1.5. Resultados.....	9
2.2. Conclusiones.....	9
2.3. Recomendaciones.....	9



 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

I. GENERALIDADES

1.1. Datos generales

RUC	10407328022
Razón Social	Persona Natural
Condición	Activo.
Dirección	Av. Paseo la Castellana (Ovalo Higuiereta, Santiago de Surco 15048)
Distrito / Ciudad	Santiago de Surco
Departamento	Lima

1.2. Introducción

Existen diferentes materiales para la atenuación de ruido, por lo que nuestro cliente Subauste López Jorge Luis solicitó a TECH PERU INDUSTRIAL S.A.C. el monitoreo de ruido para evaluar la variación de nivel de ruido. Estas mediciones se realizaron dentro de una maqueta de drywall, simulando el interior de una oficina, en la cual se determinó la variación de ruido utilizando diferentes materias de relleno como el Tecnopor, lana de vidrio y cartón de huevo. El monitoreo se llevó a cabo el día 01 de junio del 2022.

1.3. Objetivos de la evaluación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar los resultados del monitoreo de ruido obtenidos para los diferentes materiales de relleno del drywall.

1.3.2. Objetivo específico

- Comparar los resultados obtenidos en el estudio con los límites permisibles establecidos en la Resolución Ministerial Resolución Ministerial 375-2008-TR: "Norma Básica de Ergonomía y de Riesgos Disergonómicos".

1.4. Normativa legal aplicada

- En la Constitución Política del Perú menciona en el artículo N° 3 "Toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida".
- Ley N° 29783 "Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo" y sus modificatorias
- Resolución Ministerial 375-2008-TR: "Norma Básica de Ergonomía y de Riesgos Disergonómicos".



 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

1.5. Alcance

El servicio de evaluación comprendió 5 mediciones al interior de una maqueta de drywall, en la cual se realizaron cambios de material en el tabique delantero los cuales se detallan en la tabla 1

Tabla 1 Materiales del tabique para la medición de ruido

Código de Punto	Material
R1	Sin tabique
R2	Tabique sin relleno
R3	Tabique con lana de vidrio
R4	Tabique con Tecnopor
R5	Tabique con cartón de huevo

Fuente: Propia



Imagen 1 Maqueta de Drywall
Fuente: Propia



Imagen 2 Ubicación del sonómetro
Fuente: Propia

Handwritten signature or initials.

 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

II. EVALUACIÓN DE RUIDO

2.1. Monitoreo de ruido

2.1.1. Definiciones

Barreras acústicas: Dispositivos que interpuestos entre la fuente emisora y el receptor atenúan la propagación aérea del sonido, evitando la incidencia directa al receptor.

Contaminación Sonora: Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano.

Decibel (dB): Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

Horario diurno: Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.

Horario nocturno: Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.

Monitoreo: Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.

Ruido: Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas.

Zona comercial: Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios.

Zona industrial: Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales.

Zonas mixtas: Áreas donde colindan o se combinan en una misma manzana dos o más zonificaciones, es decir: Residencial - Comercial, Residencial - Industrial, Comercial – industrial o Residencial - Comercial - Industrial.

Zona de protección especial: Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos asilos y orfanatos.



 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

Zona residencial: Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales

2.1.2. Procedimiento de medición de nivel de ruido

- El especialista se dirigió al lugar de monitoreo con los equipos de medición de ruido respectivos para reconocer el área el monitoreo.
- Al llegar al sitio acordado, se realizó la inducción de 5 minutos con el cliente para detallar la metodología de medición de ruido.
- Se procedió a realizar la pre verificación del sonómetro a 114 dB.



Imagen 3 Pre verificación del sonómetro.
Fuente: Propia

- Se instaló el sonómetro dentro de la maqueta para la primera medición de 10 minutos sin el tabique.



Imagen 4 Ubicación del sonómetro dentro de la maqueta.
Fuente: Propia



Imagen 5 Medición de nivel de ruido sin el tabique frontal.
Fuente: Propia

 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

- Se registran los datos en el formato de monitoreo. Se realiza las demás mediciones con el tabique sin relleno, tabique con lana de vidrio, tabique con tecnopor y tabique con cartón de huevo.



Imagen 6 Posicionamiento del tabique frontal.
Fuente: Propia



Imagen 7 Maqueta de drywall para la atenuación de ruido.
Fuente: Propia

- Al terminar con las mediciones se procede a realizar la post verificación.



Imagen 8 Post calibración del sonómetro.
Fuente: Propia

- Se procede con guardar los equipos en sus respectivas maletas, dando por concluido el monitoreo de ruido

RS

 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

2.1.3. Análisis de resultados

Para el análisis de resultados se tomará en cuenta la Resolución Ministerial 375-2008-TR: "Norma Básica de Ergonomía y de Riesgos Disergonómicos", anexo 1 debido a que la maqueta simula un área interior de una edificación por lo que se realizará la comparación con nivel de exposición de ruido a 8 horas.

Tabla 2 Nivel de ruido ocupacional

Duración (Horas)	Nivel de ruido dB
24	80
16	82
12	83
8	85
4	88
2	91
1	94

Fuente: Propia

2.1.4. Equipos de Medición

Tabla 3 Equipo de medición de ruido

Equipo	Marca	Modelo
Sonómetro clase 1	CRIFFER	OCTAVA PLUS
Calibrador	CRIFFER	CR-2



Fuente: Propia

Handwritten signature

	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

2.1.5. Resultados

Monitoreo de ruido

Fecha: 08/06/2022

Ubicación: Av. Paseo la Castellana y Ovalo Higuereeta

Tabla 4 Resultado de las mediciones de las áreas

N°	Tratamiento	Agente físico	Tiempo		L _{eqT} (dBA)	L _{min} (dBA)	L _{max} (dBA)	L _{pico} (dBA)	Limite de Comparación L _{eqT} (dBA)	Evaluación
			Inicio	Final						
R1	Sin tabique	Ruido	14:44	14:54	71,4	61,79	85,7	101,5	85	Cumple
R2	Tabique sin relleno	Ruido	14:58	15:08	68,1	56,92	82,0	101,0	85	Cumple
R3	Tabique con lana de vidrio	Ruido	15:10	15:20	65,9	56,44	81,3	99,8	85	Cumple
R4	Tabique con Tecnopor	Ruido	15:23	15:33	65,1	56,45	81,5	98,7	85	Cumple
R5	Tabique con cartón de huevo	Ruido	15:36	15:46	64,0	53,55	83,6	102,5	85	Cumple

Fuente: Propia

2.2. Conclusiones

- Se evaluó el nivel de ruido en el interior de la maqueta de drywall con tabiques de diferentes materiales. Se realizaron 5 mediciones en el que el tabique frontal, que tenía como relleno cartón de huevo presentó el nivel de ruido más bajo. El nivel registrado fue de 64 dB, lo cual representa una reducción de 7 dB respecto a la medición sin tabique.
- Los valores de ruido se encuentran por debajo de los límites establecidos en la Resolución Ministerial 375-2008-TR: "Norma Básica de Ergonomía y de Riesgos Disergonómicos" que establece como límite 85 dB.

2.3. Recomendaciones

- Continuar con las mediciones de nivel de ruido de diferentes materiales de relleno en estructuras de drywall para futuras investigaciones.
- Se recomienda continuar con investigaciones de disminución de ruido debido a que es uno de los riesgos frecuentes en los centros laborales.



 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

ANEXO 1

Registro fotográfico

 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú



Fotografía 1 Maqueta de drywall y tabiques frontales
Fuente: Propia



Fotografía 2 Ubicación del tabique frontal
Fuente: Propia



“Evaluación del comportamiento acústico del tabique tipo estándar sin relleno, comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de lima.”

 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú



Fotografía 3 Medición con el tabique de lana de vidrio
Fuente: Propia



Fotografía 4 Medición con el tabique de Tecnopor.
Fuente: Propia

Handwritten signature or initials.

“Evaluación del comportamiento acústico del tabique tipo estándar sin relleno, comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de lima.”

 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú



Fotografía 5 Medición con el tabique de cartón de huevo.

Fuente: Propia



Fotografía 6 Equipo de monitoreo de nivel de ruido.

Fuente: Propia

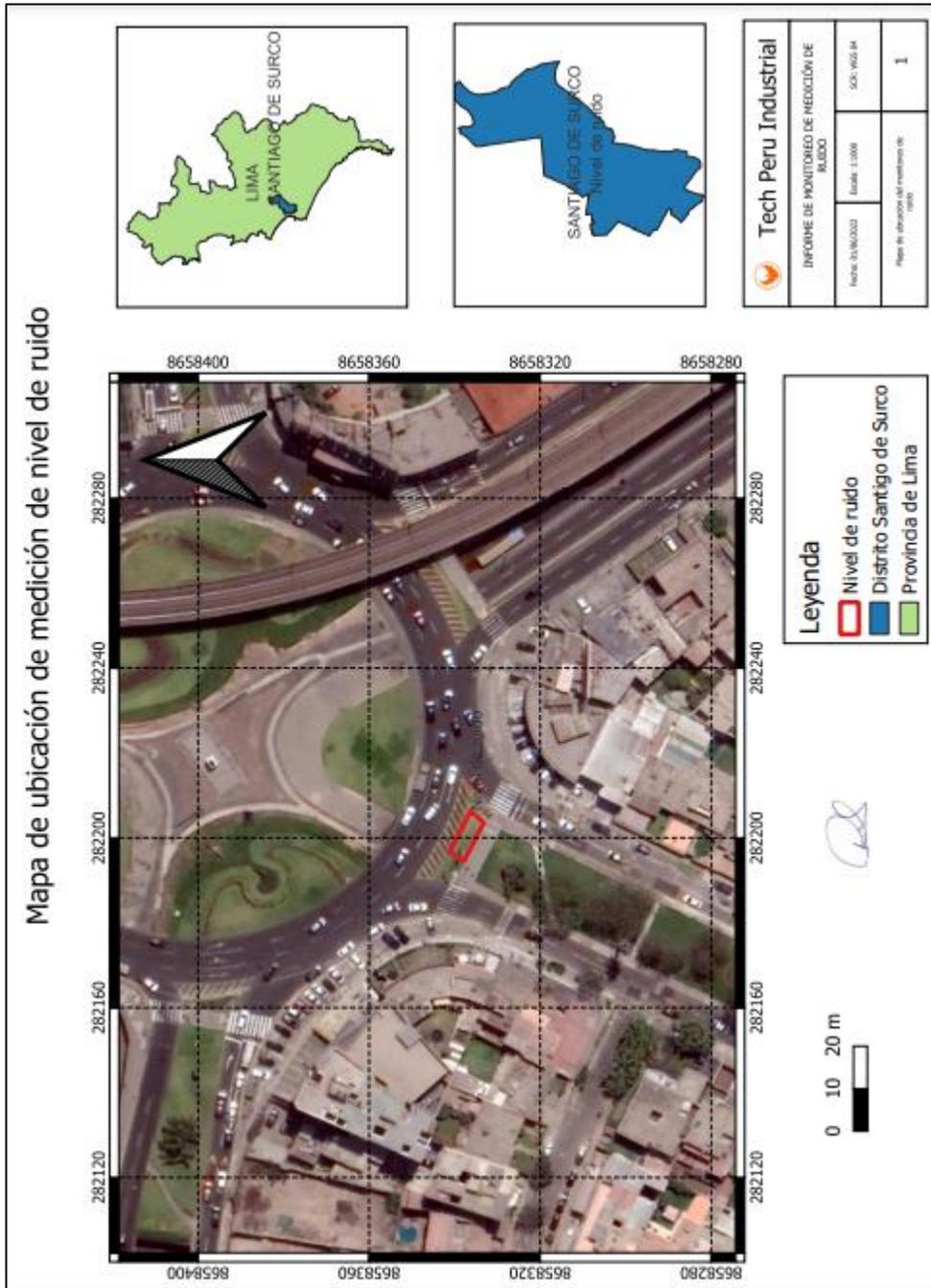
RS

 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

ANEXO 2

Plano de ubicación

"Evaluación del comportamiento acústico del tabique tipo estándar sin relleno, comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de lima."



 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

ANEXO 3

Certificado de calibración



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración

LAC - 145 - 2021

Página 1 de 9

Expediente	1044858	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	TECH PERU INDUSTRIAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - TECH PERU INDUSTRIAL S.A.C	
Dirección	CAL. RICARDO ROSSEL NRO. 158 INT. 402 URB. LOS ROSALES ET. UNO LIMA - LIMA - SANTIAGO DE SURCO	La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas 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).
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	CRIFFER	
Modelo	OCTAVA PLUS	
Procedencia	NO INDICA	
Resolución	0,1 dB	
Clase	1	La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.
Número de Serie	35000448	
Micrófono	AWA14421	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Serie del Micrófono	93589	
Fecha de Calibración	2021-09-20	

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
 Tel.: (01) 840-8820 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/ctrl/verificar/>





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración

LAC – 145 – 2021

Página 2 de 9

Método de Calibración
Segun la Norma Metrologica 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	23,0 °C	±	0,1 °C
Presión	994,2 hPa	±	0,4 hPa
Humedad Relativa	54,1 %	±	0,1 %

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
Certificado FLUKE N° F8066025	Multímetro Agilent 34411A	INACAL DM LE-191-2020
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.

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 – 145 – 2021

Página 3 de 9

Resultados de Medición

RUIDO INTRINSECO (dB)

Microfono instalado (dB)	Límite max. en $L_{p(re)}$ ¹⁾ (dB)	Microfono retirado (dB)	Límite max. en $L_{p(re)}$ ¹⁾ (dB)
27,1	30,5	25,8	26,4

Nota: La medición se realizó en el rango 30,0 dB a 130,0 dB; con un tiempo de integración de 30 seg.

La medición con microfono instalado se realizó con pantalla antiviento.

La medición con microfono retirado se realizó con su adaptador capacitivo de 20 pF.

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 30,0 dB a 130,0 dB; señal sinusoidal.

Antes de iniciar los ensayos el sonómetro fue ajustado al nivel de referencia dado en su manual: 114,0 dB y 1 kHz, con el calibrador acústico multifunción B&K 4226.

Frecuencia (Hz)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
125	-0,3	0,2	± 1,5
1000	-0,2	0,2	± 1,1
8000	1,7	0,3	+ 2,1; - 3,1





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 145 – 2021

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 (85 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	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
250	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
500	0,1	0,3	0,1	0,3	± 1,4
2000	0,2	0,3	0,2	0,3	± 1,6
4000	0,5	0,3	0,5	0,3	± 1,6
8000	1,1	0,3	1,1	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	-13,5	0,3	-13,5	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	-0,2	0,3	-0,2	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	0,4	0,3	0,4	0,3	± 1,6
8000	0,9	0,3	0,9	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	-13,6	0,3	-13,6	0,3	+ 3,5;- 17,0





INACAL
 Instituto Nacional
 de Calidad
 Metrología
Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 145 – 2021

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	0,1	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	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,6
8000	-0,6	0,3	-0,6	0,3	+ 2,1; - 3,1
16000	-2,3	0,3	-2,3	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 $L_{A,F}$
- Desviación con relación a la función $L_{A,F}$

Nivel de referencia (dB)	Función $L_{1,F}$	Función $L_{2,F}$	Función $L_{3,F}$	Función $L_{4,F}$
94	93,9	94,0	94,0	94,0
Desviación (dB)	-0,1	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 – 145 – 2021

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 $L_{p,r}$
- 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 incluirlo.
Nivel de partida disminuido en 5 dB y luego en 1 dB hasta indicación de insuficiencia sin incluirlo.

Nivel de referencia (dB)	Medido (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
130	129,9	-0,1	0,3	± 1,1
129	128,9	-0,1	0,3	± 1,1
124	123,9	-0,1	0,3	± 1,1
119	118,9	-0,1	0,3	± 1,1
114	114,0	0,0	0,3	± 1,1
109	109,0	0,0	0,3	± 1,1
104	104,0	0,0	0,3	± 1,1
99	99,0	0,0	0,3	± 1,1
94	94,0	0,0	0,3	± 1,1
89	89,0	0,0	0,3	± 1,1
84	84,0	0,0	0,3	± 1,1
79	79,0	0,0	0,3	± 1,1
74	74,0	0,0	0,3	± 1,1
69	69,0	0,0	0,3	± 1,1
64	64,0	0,0	0,3	± 1,1
59	59,0	0,0	0,3	± 1,1
54	54,0	0,0	0,3	± 1,1
49	49,0	0,0	0,3	± 1,1
44	44,1	0,1	0,3	± 1,1
39	39,2	0,2	0,3	± 1,1
34	34,6	0,6	0,3	± 1,1
33	33,8	0,8	0,3	± 1,1

Nota: Para los niveles de 79 dB hasta 33 dB se utilizaron atenuadores.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camélias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Tel.: (01) 840-8320 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 – 145 – 2021

Página 7 de 9

Linealidad de nivel incluyendo el control de rango de nivel

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

Respuesta a un tren de ondas

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

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

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído L_{AF} (dB)	Nivel leído L_{AFmax} (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\mu}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\mu}_{ref}$) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	127,0	126,0	-1,0	-1,0	0,0	0,3	± 0,8
2	127,0	109,0	-18,0	-18,0	0,0	0,3	+ 1,3; - 1,8
0,25	127,0	99,8	-27,2	-27,0	-0,2	0,3	+ 1,3; - 3,3

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

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído L_{AF} (dB)	Nivel leído L_{AFmin} (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\mu}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\mu}_{ref}$) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	127,0	119,6	-7,4	-7,4	0,0	0,3	± 0,8
2	127,0	100,0	-27,0	-27,0	0,0	0,3	+ 1,3; - 3,3

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

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído L_{AF} (dB)	Nivel leído L_{AF} (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\mu}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\mu}_{ref}$) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	127,0	120,1	-6,9	-7,0	0,1	0,3	± 0,8
2	127,0	100,0	-27,0	-27,0	0,0	0,3	+ 1,3; - 1,8
0,25	127,0	90,8	-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 – 145 – 2021

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 (30,0 dB a 130,0 dB); función: L_{CP}

Función: L_{CPmax} , 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_{CP} (dB)	Nivel leído L_{CPmax} (dB)	Desviación (D) (dB)	$L_{CPmax} - L_{CP}$ (L) (dB)	Diferencia (D - L) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
8 kHz	122,0	124,9	2,9	3,4	-0,5	0,3	± 2,4
500 Hz*	122,0	124,0	2,0	2,4	-0,4	0,3	± 1,4
500 Hz	122,0	124,1	2,1	2,4	-0,3	0,3	± 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 (30,0 dB a 130,0 dB); función: L_{M4}

Función: L_{M4} , 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_{M4+} (dB)	Nivel leído semiciclo - L_{M4-} (dB)	Diferencia (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
127,9	128,0	-0,1	0,3	1,8

Nota:

Se utilizó el manual de usuario del equipo proporcionado en español, OCTAVA PLUS, Sound Level Meter, El sonómetro tiene grabado en la placa las designaciones: IEC 61672:2013 Class 1; IEC 61260:2016 Class 1; * Tolerancias tomadas de la norma IEC 61672-1:2002 para sonómetros clase 1.





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología
Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración LAC – 145 – 2021

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 INDECOPÍ 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 Metroológicos 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 metroológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metroológicamente 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 metroológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

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

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 217, San Isidro, Lima - Perú
Tel: (01) 840-8520 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



"Evaluación del comportamiento acústico del tabique tipo estándar sin relleno, comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de Lima."



**INSTITUTO PERUANO DE
Metrología E
Innovación**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE
CC-IN-1898-21

Fecha de emisión: 2021-09-27
Issue date

1.- SOLICITANTE : TECH PERU INDUSTRIAL S.A.C
Applicant
Dirección : Cál. Doña Rosa Nro. 130 Dpto. 302 Urb. Los Rosales 2da Etapa - Santiago de Surco - Lima -
Address Lima

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CALIBRADOR ACÚSTICO
Measuring instrument
Marca : CRPFER **Alcance :** 94dB /134 dB @ (1000) Hz
Modelo : CR-2 **Scope :**
Model : **Scale :** N/A
Serie : 18302396 **Procedencia:** BRAZIL
Serial **Made in**

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION DATE AND PLACE
 El equipo fue recibido el 2021-09-23 y calibrado el 2021-09-27 en el
 Laboratorio de Tiempo y Frecuencia del Instituto Peruano de Metrología e Innovación.
 The trace was received on 2021-09-23 and calibrated the 2021-09-27 in the
 Time and Frequency laboratory of the Peruvian Institute of Metrology and Innovation.

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration method
 Método de comparación directa según AC-005 Procedimiento para la calibración de Calibradores Sonoros del
 CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA
 Direct comparison method as AC-005 Calibration Procedure for Calibrators Sound of SPANISH METROLOGY
 CENTRE

5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
Instruments / Measuring equipment and traceability

EQUIPO	MARCA	SERIE	Nº CERTIFICADO
GENERADOR DE FUNCIONES	SILENT	SDG8082150686	ITF-C-059-2021
CALIBRADOR ACÚSTICO	FRONTSIDEKI ZHONGCHUANG ELECTRONICS CO.	07386	20201119066

6.- RESULTADOS
Results
 Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento
 The results are shown on page 02 of this document
 La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura k=2 para un nivel de
 confianza de aproximadamente 95%
 The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor k = 2 for a confidence
 level of approximately 95%

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN
Calibration conditions

	Temperatura Ambiente Environment temperature	Humedad Relativa Relative humidity	Presión Atmosférica Atmospheric pressure
INICIAL Initial	19,6 °C	75 %	1010 mbar
FINAL Final	18,7 °C	74 %	1010 mbar

8.- OBSERVACIONES
Observations
 Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.
 The results are the average of 10 measurements.
 Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.
 Place a label indicating calibration date and certificate number.
 La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de
 medición.
 The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario calibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

Instituto Peruano de Metrología e Innovación S.A.C. no se responsabiliza de los proyectos que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, o de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales e internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Además, cumple con los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025:2017 y/o sus equivalentes internacionales.

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product.

Users are advised to calibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

Instituto Peruano de Metrología e Innovación S.A.C. is not responsible for projects that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which make the units according to the International System of Units (SI).

Moreover, we comply with the requirements of the NTP ISO / IEC 17025:2017 and its international equivalent.


 Arturo Eladio Usares Medina
 METROLOGO
 Instituto Peruano de Metrología e Innovación.

 Gerardo Villanueva Jimera
 JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA
 Instituto Peruano de Metrología e Innovación.

Jr. German Amezaga N°242 Int. 101,
 Zona B – San Juan de Miraflores, Lima – Perú
 Celular: 949 850 783 / 933 990 149
 Fijo: 01 758 4040 / 01 765 6228

e-mail: innova_gerencia@hotmail.com
gerencia@innovalaboratorio.com
comercial@innovalaboratorio.com
[web: www.innovalaboratorio.com](http://www.innovalaboratorio.com)

“Evaluación del comportamiento acústico del tabique tipo estándar sin relleno, comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de lima.”



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE
CC-IN-1898-21

Fecha de emisión: 2021-09-27
Issue date

9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

9.1 CALIBRACIÓN ACÚSTICO
ACUSTIC CALIBRATION:

Ensayo de verificación acústica a 1000 Hz
Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Found value (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94,0	94,1	0,1	0,27
114,0	114,2	0,2	0,27

9.2 CALIBRACIÓN DE FRECUENCIA
CALIBRATION OF FREQUENCY

Ensayo de frecuencia 1000 Hz
Frequency test 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (Hz)	Valor encontrado Found value (Hz)	Desviación deviation (Hz)	Incertidumbre uncertainty (Hz)
1000,00	1000,00	0,00	0,003

FIN DEL DOCUMENTO
END OF DOCUMENT



Jr. German Amézaga N°242 Int. 101,
Zona B – San Juan de Miraflores, Lima – Perú
Celular: 949 850 783 / 933 990 149
Fijo: 01 758 4040 / 01 765 6228

e-mail: innova_gerencia@hotmail.com
gerencia@innovalaboratibuzag.com
comercial@innovalaboratibuzag.com
web: www.innovalaboratibuzag.com

 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

ANEXO 4

Registro de campo

“Evaluación del comportamiento acústico del tabique tipo estándar sin relleno, comparado con 03 tipos de tabiques con los rellenos más utilizados del sistema constructivo no convencional, denominado muro seco, en proyectos en un distrito de la zona sur de lima.”

MONITOREO DE SONOMETRIA						
Vigencia	Revisión	Código	Realizado por	Aprobado por	Página	
18/02/2022	1	FC-890-03	H-O	TECH PERU	1 / 1	

A) Datos de Empresa:
 Código de monitoreo: R001
 Empresa/Sole: SUBAUSTE LOPEZ JORGE LUIS

B) Datos de Equipo:
 N° Serie Sonómetro: 35000448 Marca: CRIFEEB Modelo: OCTAVA
 N° Serie Calibrador: 18402398 Marca: CRIFEEB Modelo: CR-2
 Pre-Verificación: Hora: 2,38 Nivel dB: 114
 Post-Verificación: Hora: 3,55 Nivel dB: 114

C) Datos de Campo:

N°	Descripción/Fuentes sonoras	Área	Lugar	Hora Inicio	Hora Final	Leq (dB)	Lmax (dB)	Lmin (dB)	Lpico (dB)
1	Sin tabique	R1	Ovalo Hiquereta	2:45	2:55	71,4	64,79	89,7	101,6
2	Tabique sin relleno	R2	Ovalo Hiquereta	2:58	3:08	63,4	56,92	82,0	104,0
3	Tabique con lana de vidrio	R3	Ovalo Hiquereta	3:11	3:21	65,9	56,44	81,3	99,8
4	Tabique con tecnopor	R4	Ovalo Hiquereta	3:24	3:34	65,4	56,46	81,6	98,2
5	Tabique con corian	R5	Ovalo Hiquereta	3:37	4:47	64,0	53,55	83,6	100,5
6									
7									
8									
9									
10									

D) Descripción de Ambiente de Trabajo:
 Descripción de las actividades de trabajo: _____

N° de Personas Expuestas:

E) Controles Existentes:
 Eliminación Sustitución Ingeniería Administrativos EPP No Existe
 Descripción: Pizos de Drywall

F) Observaciones:

Evaluador: ROJAS ESTRADA IVAN MANUEL Vº: Jorge Luis Subauste Lopez
 DNI: 75567522 DNI: 40732802

(Signatures)

 Tech Peru INDUSTRIAL S.A.C	INFORME DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE RUIDO	
	Fecha: Junio del 2022	Lima - Perú

ANEXO 5

Certificado de habilidad del profesional firmante

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR



**CONSTANCIA DE
EGRESADO**

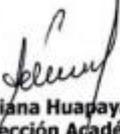
La Sub Dirección Académica de la Escuela de Posgrado de la Universidad Científica del Sur, deja constancia que el Señor (a):

CUEVA SAÉNZ, PEDRO MIGUEL

Ha aprobado las asignaturas del Plan de Estudios, correspondiente a la Maestría en Ergonomía Laboral.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado(a), para los fines que estime conveniente.

Lima, 18 de Marzo del 2016.



Lic. Adriana Huapaya Alcázar
Sub Dirección Académica
Escuela de Posgrado

CE 022-2016/RRYPP_ACAD_POST
AH/JLO



Cantoverles 398, Lima 18
Campus: Panamericana Sur km 15, Lima 42

(511) 810 8400
informe@cientificadelosur.edu.pe

www.cientificadelosur.edu.pe

Detalle de los Datos del Colegiado

Numero CIP : 182947
Primer Apellido : CUEVA
Segundo Apellido : SAENZ
Nombres : PEDRO MIGUEL
Sede : LIMA
Condición : HABILITADO
Fecha Incorporación : 19/02/2016



Formación Académica

PRIMERA ESPECIALIDAD

Capitulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
AMBIENTAL	AMBIENTAL	19/02/2016

[Handwritten signature]

[Cerrar](#)