



Aislamiento acústico y su relación con los sistemas constructivos



- Mg. Christian E. Murga
- Mg. José A. Condor
- Mg. Ronald J. Chihuan
- Mg. Ronald Vilcahuaman
- Mg. Gustavo R. Veliz
- Mg. Jhonatan Arteaga



UNID
UNIVERSIDAD INTERAMERICANA
PARA EL DESARROLLO

AISLAMIENTO ACÚSTICO Y SU RELACIÓN CON LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

AUTORES:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| © Christian Edinson Murga Tirado
christianmurga@unat.edu.pe
https://orcid.org/0000-0001-9672-3198 | Gustavo Richard Veliz Espinoza
gustavoveliz@unat.edu.pe
https://orcid.org/0000-0003-1080-5876 |
| José Antonio Condor Socualaya
jcondors@continental.edu.pe
https://orcid.org/0009-0007-4464-8393 | Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas
jarteaga@continental.edu.pe
https://orcid.org/0009-0006-3934-9164 |
| Ronald Vilcahuaman Tadeo
ronald.vilcahuaman@unat.edu.pe
https://orcid.org/0009-0002-1759-4194 | Ronald Julian Chihuan Quispe
ronald.chihuan@unat.edu.pe
https://orcid.org/0000-0001-6130-7792 |

EDITADA POR:

- © **UNIVERSIDAD INTERAMERICANA PARA EL DESARROLLO (UNIDX) - FONDO EDITORIAL “EXPONENCIAL”**
DIRECCIÓN: AV. BOLIVIA NRO. 626 (A 2 CDRAS DE AV. ALFONSO UGARTE) BREÑA, LIMA, LIMA, PERÚ.
ISNI: 0000 0004 6101 3964
<https://isni.org/isni/0000000461013964>
Name: Inter-American Development University
Universidad Interamericana para el Desarrollo
Location / Nationality: Peru Bolivar
Correo: fondoeditorial@unidx.edu.pe
Portal Web: <https://unidx.edu.pe>

PRIMERA EDICIÓN DIGITAL: FEBRERO DEL 2026

LIBRO DIGITAL DISPONIBLE EN: <https://fondoeditorial.unidx.edu.pe>

Hecho el depósito legal en La Biblioteca Nacional Del Perú N°. 2026-02129

ISBN: 978-612-99120-2-8

DOI: <https://doi.org/10.56275/>

CORRECCIÓN DE ESTILO: Gianmarco Garcia Curo

gianmarcogarcu@gmail.com / Tel. de contacto: +51 917 792 645

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN: Gianmarco Garcia Curo

gianmarcogarcu@gmail.com / Tel. de contacto: +51 917 792 645

REVISIÓN POR PARES CIEGOS APROBADO POR EL CONSEJO EDITORIAL DEL FONDO EDITORIAL “EXPONENCIAL”.

LIBRO RESULTADO DE INVESTIGACIÓN Y CON REVISIÓN POR PARES CIEGOS.

SELLO EDITORIAL: FONDO EDITORIAL (978-612-99120)

**LIMA -PERÚ
2026**

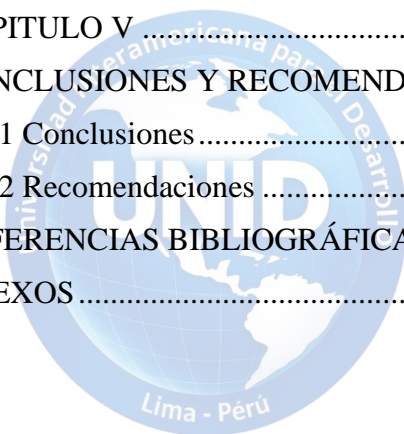
AGRADECIMIENTO

Agradecemos profundamente a todas las instituciones y personas que hicieron posible esta investigación. Al Ministerio del Ambiente del Perú por proporcionar el "Protocolo Nacional de Mediciones de Niveles de Presión Sonora Ambiental" que sirvió como base metodológica. A las autoridades regionales y locales de Cajamarca y Junín por su colaboración durante el trabajo de campo. A los residentes de las edificaciones estudiadas por su paciencia y disposición para permitir las mediciones. A nuestros colegas del departamento de ingeniería por sus valiosos comentarios y sugerencias. A nuestros familiares por su apoyo incondicional durante todo el proceso de investigación. Este trabajo no habría sido posible sin la contribución de todos ellos.

INDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Planteamiento del problema.	8
1.2 Formulación del problema	9
1.3 Hipótesis de la investigación	9
1.4 Justificación de la investigación	10
1.5 Alcances.....	11
1.6 Limitaciones.....	11
1.7 Objetivos.....	11
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	13
2.1 Antecedentes de la investigación	13
2.1.1 Internacionales:.....	13
2.1.2 Nacionales.....	15
2.1.3 Locales	16
2.2 Bases teóricas.....	16
2.2.1 Sonido.....	16
2.2.2 Espectro sonoro	16
2.2.3 Tono Puro	17
2.2.4 Ruido Rosa	17
2.2.5 Transmisión sonora	17
2.2.6 Difracción	18
2.2.7 Balance energético.....	18
2.2.8 Reverberación.....	19
2.2.9 Coeficiente de absorción	19
2.2.10 Tiempo de reverberación (T60).....	19
2.2.11 T20.....	21
2.2.12 T30.....	21
2.2.13 Ruido	21
2.2.13 Sistemas Constructivos.....	22
2.2.14 Contaminación auditiva.....	24
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1 Ubicación	26
3.1.1 Ubicación del proyecto.....	26

3.2 Época de investigación	26
3.3 Metodología de investigación	26
3.3.1 Tipo de investigación	26
3.3.2 Nivel, diseño de la investigación	26
3.3.3 Método de investigación.....	27
3.3.4 Población de estudio.....	27
3.3.5 Muestra	27
3.3.6 Unidad de análisis.....	28
3.3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.4 Procedimiento	32
3.5 Presentación de resultados	33
CAPITULO IV	47
ÁNÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
CAPITULO V	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1 Conclusiones.....	49
5.2 Recomendaciones	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS.....	54



UNIVERSIDAD INTERAMERICANA
PARA EL DESARROLLO

RESUMEN

El presente estudio investiga la relación entre el aislamiento acústico y los distintos sistemas constructivos en edificaciones de las regiones de Cajamarca y Junín, Perú. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño explicativo y comparativo, analizando una muestra de 200 edificaciones (100 con sistemas convencionales y 100 con sistemas no convencionales) mediante técnicas de observación directa y mediciones in situ con sonómetros de alta precisión. Durante el estudio se evaluaron específicamente cuatro elementos: muros de mampostería de bloques de arcilla, muros de mampostería de bloques de concreto, muros de concreto y losas aligeradas. Los resultados obtenidos revelaron que el 34.7% de las edificaciones presentaron un nivel de aislamiento acústico bajo, el 34.0% un nivel regular y el 31.3% un nivel alto. En cuanto a la evaluación de los insumos, el 37.0% de los casos analizados obtuvo una calificación buena respecto a la calidad de los materiales. Tras la contrastación de hipótesis, la investigación concluye que existe una relación directa y significativa entre el nivel de aislamiento acústico, la calidad de los materiales y los procesos constructivos empleados. Estos hallazgos proporcionan información técnica valiosa para la adecuada selección de sistemas constructivos en futuras edificaciones, contribuyendo a garantizar un óptimo confort acústico frente al factor del ruido urbano.

Palabras clave

Aislamiento acústico, sistemas constructivos, contaminación sonora, calidad de materiales, proceso constructivo, mampostería, confort acústico, edificaciones.

ABSTRACT

The present study investigates the relationship between acoustic insulation and different construction systems in buildings in the regions of Cajamarca and Junín, Peru. The research adopted a quantitative approach with an explanatory and comparative design, analyzing a sample of 200 buildings (100 with conventional systems and 100 with non-conventional systems) through direct observation techniques and in situ measurements with high-precision sound level meters. During the study, four specific elements were evaluated: clay block masonry walls, concrete block masonry walls, concrete walls, and lightweight slabs. The results revealed that 34.7% of the buildings presented a low level of acoustic insulation, 34.0% a regular level, and 31.3% a high level. Regarding the evaluation of inputs, 37.0% of the analyzed cases obtained a good rating for material quality. After hypothesis testing, the research concludes that there is a direct and significant relationship between the level of acoustic insulation, the quality of materials, and the construction processes used. These findings provide valuable technical information for the appropriate selection of construction systems in future buildings, contributing to ensuring optimal acoustic comfort against the urban noise factor.

Keywords

Acoustic insulation, construction systems, noise pollution, material quality, construction process, masonry, acoustic comfort, buildings.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

En la época actual, el aislamiento acústico se ha convertido en un aspecto fundamental dentro del diseño y la construcción de edificaciones, además el ruido, cada vez más presente en la vida urbana, representa una de las principales fuentes de malestar y estrés para las personas, afectando directamente su bienestar y la calidad de vida del individuo en los contextos familiar y ocupacional. En las grandes ciudades, el tráfico vehicular, las actividades comerciales y el movimiento constante de la población generan niveles de ruido que superan con facilidad los límites del confort, lo que hace imprescindible implementar soluciones efectivas de aislamiento acústico para garantizar espacios saludables y agradables (Buitrón Merlo & Jácome Muriel, 2015).

De hecho, el ruido se considera hoy uno de los tipos de contaminación más importantes y extendidos, el ritmo acelerado del mundo moderno y la dependencia de herramientas y maquinarias en casi todas las actividades humanas han incrementado considerablemente la exposición sonora, por lo tanto los espacios como discotecas, zonas de construcción o vías transitadas por vehículos de combustión interna son ejemplos cotidianos de focos de ruido que provocan el deterioro ambiental y al estrés auditivo de las personas (Osman, 2009).

Con el fin de regular y proteger a la población, el Estado peruano ha establecido el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM, el cual define los parámetros aceptables de intensidad sonora, medidos en decibelios (dB). Estos valores se expresan con la unidad dBA, que ajusta la medición de acuerdo con la sensibilidad del oído humano. El reglamento establece límites diferenciados según el tipo de zona y el horario diurno o nocturno. En las llamadas Zonas de Protección Especial, que incluyen hospitales, colegios, asilos y orfanatos, se permite un máximo de 50 dBA durante el día y 40 dBA por la noche, con el propósito de salvaguardar la tranquilidad y el bienestar de las personas que habitan o trabajan en estos espacios (artículo 7).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las personas suelen convivir diariamente con niveles de ruido que varían entre 35 y 85 decibelios (dBA). Cuando el sonido se mantiene por debajo de los 45 dBA, el ambiente se percibe tranquilo y no genera incomodidad. Sin embargo, al superar los 85 dBA, el ruido empieza a tornarse molesto y puede afectar tanto el bienestar como la concentración de quienes lo experimentan.

Según Alonso (2003), el umbral a partir del cual el ruido comienza a generar incomodidad en las personas se encuentra entre 60 y 65 dBA durante el día. Para comprender mejor estos niveles, basta comparar con situaciones cotidianas: en una biblioteca el ambiente sonoro ronda los 40 dBA, lo que transmite calma y silencio; una conversación en voz alta a un metro de distancia alcanza aproximadamente 70 dBA; mientras que el tránsito intenso de una calle muy concurrida puede superar con facilidad los 85 dBA, representando un nivel de ruido considerablemente alto y potencialmente dañino para el confort auditivo y la salud.

Por lo anterior descrito podemos decir que el aislamiento acústico en las edificaciones construidas a través de sistemas constructivos, el cual representa la gran mayoría de viviendas unifamiliares y multifamiliares, son vulneradas por los niveles de ruido que se genera en las zonas urbanas ocasionando perturbaciones a los ocupantes afectando su salud. La ciudad de Cajamarca no es indiferente a este problema, ya que, debido al aumento del parque automotor, comercio ambulante, discotecas, etc. El ruido provocado por estos perturba la ciudad durante varias horas el día, estas son las razones por la cual motiva e incentiva la presente investigación. (Esquerdo, 2015)

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Cuál es la relación entre el aislamiento acústico y los sistemas constructivos en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín?

1.3 Hipótesis de la investigación

1.3.1 Hipótesis general

- La relación entre el aislamiento acústico y los sistemas constructivos, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín, es directa y significativa.

1.3.2 Hipótesis específica

- El aislamiento acústico presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de mampostería de bloque de arcilla, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.
- El aislamiento acústico presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de mampostería de bloque de concreto, en las edificaciones de las regiones Cajamarca Junín.
- El aislamiento acústico presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de concreto, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.
- El aislamiento acústico presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en losas aligeradas, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

1.4 Justificación de la investigación

La investigación actual va a profundizar en el estudio de la contaminación auditiva que afecta a las ciudades en la actualidad, aportando no solo información relevante sobre sus causas y consecuencias, sino también propuestas orientadas a mitigar sus efectos. Se busca generar una comprensión más amplia del impacto del ruido urbano en la salud y el bienestar de las personas, así como promover soluciones sostenibles que contribuyan a mejorar la calidad de vida en los entornos urbanos.

Las edificaciones de viviendas unifamiliares y multifamiliares construidas a través de sistemas constructivos, tales como mampostería de bloques de adobe, de arcilla, de concreto, así como muros de concreto armado y losas aligeradas son vulneradas por la contaminación acústica, este tipo de sistemas de construcción compone la gran mayoría de viviendas que existen en la Ciudad de Cajamarca. (Tejeda & Moreno, 2005)

Basado en este contexto se debe seleccionar el sistema constructivo más adecuado para la construcción de una vivienda unifamiliar y multifamiliar

tomando en cuenta cuanto aislamiento acústico necesite en función de su ubicación en las regiones Cajamarca y Junín. (Contreras, 2019)

Es el propósito la presente investigación, es determinar la relación que existe entre los sistemas constructivos con el aislamiento acústico, para que nos permita saber de forma numérica si su relación es directa y significativa o no, por lo cual pretendo encontrar esta respuesta la cual se puede utilizar para futuras construcciones de viviendas y que tengan en consideración el factor del ruido ya que este está sujeto a la zona en la cual se pretende construir su edificación, además la metodología empleada en la presente investigación puede ser replicada en diversos estudios. (Zaldumbide, 2018)

1.5 Alcances

En cuanto a las áreas de interés relacionadas a la presente investigación se muestran los sistemas constructivos, así mismo el aislamiento acústico en respuesta a la contaminación auditiva que se viven en diversas ciudades del país, así mismo en pleno siglo XXI y sobre todo en las regiones Cajamarca y Junín.

1.6 Limitaciones

En cuanto a las restricciones de la presente investigación estas aluden a una restricción en el diseño debido que se tomará muestra ya edificada y el investigador solo es un observador, las observaciones se realizarán mediante equipos tecnológicos y mediante fichas de observación elaboradas a partir de la operacionalización de las variables, el sonómetro utilizado en la presente investigación cuenta con los estándares mínimos para realizar el presente estudio.

Debido a los materiales utilizados y a los sistemas constructivos existentes los resultados obtenidos en la presente investigación pueden estar limitados a las condiciones específicas del estudio, lo que hace difícil su generalización a otras realidades, por esto pueden variar según los materiales utilizados, los métodos de prueba empleados y las condiciones ambientales específicas.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General:

- Determinar la relación entre el aislamiento acústico y los sistemas constructivos en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.
-

1.7.2 Específicos:

- Determinar la relación entre el aislamiento acústico con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de mampostería de bloque de arcilla, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.
- Determinar la relación entre el aislamiento acústico con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de mampostería de bloque de concreto, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.
- Determinar la relación entre el aislamiento acústico con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de concreto, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.
- Determinar la relación entre el aislamiento acústico con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en losas aligeradas, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.



UNIVERSIDAD INTERAMERICANA
PARA EL DESARROLLO

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Internacionales:

(Buitron Merlo & Jacome Muriel, 2015), en una tesis titulada “Análisis del aislamiento acústico en edificaciones de la ciudad de Quito en diferentes sistemas constructivos y periodos de tiempo”, se concluye que, entre los cuatro elementos constructivos analizados, el adobe resulta ser el material más eficiente en cuanto a aislamiento acústico. Esto se debe principalmente al mayor espesor de sus particiones, lo que le permite ofrecer una mejor barrera frente al sonido a diferencia con materiales como el ladrillo cocido de arcilla o también el bloque de concreto. Asimismo, se evidenció que las construcciones elaboradas con adobe presentan una reducción del aislamiento acústico de apenas un 12.55% respecto a las edificaciones construidas con bloque y ladrillo, lo que demuestra su eficacia y ventajas acústicas frente a otros sistemas constructivos más modernos.

(Meza Marin & Recuero Lopez, 2008), en la investigación titulada “Análisis y comparación de aislamiento acústico en viviendas y edificios de nueva construcción”, se concluye que la calidad acústica de las edificaciones en España requiere una mejora significativa para poder cumplir con los nuevos estándares establecidos por la normativa vigente. Si bien los edificios analizados fueron construidos conforme a la legislación aplicable en su momento, al proyectar los resultados bajo las exigencias actuales, se evidencia que muchas de estas construcciones no alcanzarían los niveles mínimos requeridos de aislamiento acústico. Por ello, el estudio destaca la necesidad de implementar medidas correctivas tanto en los elementos constructivos como en los materiales y procesos de construcción, con el fin de garantizar un adecuado confort acústico y una mejor calidad habitacional.

(Escuder Silla, Alva Fernandes, & Ramis Soriano, 2007), en una investigación titulada “Aislamiento acústico a ruido aéreo en acristalamientos de vidrio”, tuvieron como objetivo el estudio del aislamiento acústico a ruido aéreo de estructuras multicapa de vidrios obteniendo como resultado un software de predicción del aislamiento acústico para este tipo de sistema constructivo a través del Software Matlab esto les permite determinar cuántas capas adicionales de

vidrio se tiene que adicionar para poder tener un aislamiento acústico que cumpla con los estándares exigidos.

(Ede C, Lesvia Perez, & Celso E., 2014), En una investigación denominada “Sound insulation parameters of a roof prototype built with ecological materials”, se determinó que el aislamiento acústico representa un elemento de alto costo cuando se incorpora a un sistema constructivo convencional. Con el propósito de reducir ese gasto, los investigadores desarrollaron un sistema de aislamiento acústico basado en materiales ecológicos propios de las zonas tropicales, entre los cuales destacó el sustrato de fibra de coco. Para evaluar su desempeño, se modificaron variables como el espesor y la condición del material. Los resultados mostraron que una capa de fibra de coco seca de 10 cm logró un aislamiento de 42 dB frente a un nivel de ruido exterior de 93.2 dB. En cambio, cuando el material se encontraba húmedo, el aislamiento disminuía a 39 dB, debido a que la velocidad del sonido aumenta en medios con mayor humedad.

(Esquerdo, 2015), En una tesis doctoral titulada “Desarrollo de modelos de comportamiento acústico y caracterización experimental de materiales elaborados con aligerantes para la construcción. Aplicación a sistemas de control de ruido”, se concluyó que los materiales granulares fabricados a partir de una matriz cementicia constituyen una alternativa sostenible y eficaz frente a los materiales convencionales empleados para la absorción acústica. Desde una perspectiva técnica, el estudio evidenció que las mezclas compuestas por granos de tamaño fino ofrecen un mejor rendimiento acústico, ya que logran mayor capacidad de absorción sonora, además, estos materiales presentan ventajas significativas en cuanto a su reciclabilidad y reutilización, pudiendo emplearse como base en la construcción, material poroso absorbente o incluso con fines decorativos. En el ámbito arquitectónico, su versatilidad permite su uso como aislante térmico y acústico, así como componente oculto en paredes, enlucidos, falsos techos o paneles prefabricados. También se destacan como material aligerante en pantallas acústicas, destinadas a mitigar el ruido en carreteras, parques, escuelas o espacios recreativos.

No obstante, el estudio advierte una limitación técnica importante: estos materiales presentan baja resistencia estructural, especialmente cuando se emplean ciertas proporciones de vermiculita en la mezcla, lo que restringe su aplicación en estructuras que demandan alta capacidad de carga.

(Zaldumbide, 2018), En una tesis titulada “Evaluación del aislamiento acústico de materiales constructivos de un edificio residencial de la ciudad de Quito”, se concluye que, tras la realización de 12 ensayos de medición de aislamiento acústico incluyendo ruido aéreo, de impacto y de fachada, y aplicando las normas españolas ISO 16283-1, ISO 16283-2 y ISO 16283-3, los resultados obtenidos no fueron satisfactorios. El estudio, efectuado en el edificio Goya de la ciudad de Quito, evidenció que solo el 41% de los ensayos cumplía con los requisitos acústicos exigidos, mientras que más de la mitad de las pruebas realizadas presentaban niveles de transmisión de ruido superiores a los permitidos. Esto refleja un incumplimiento significativo de los estándares de aislamiento acústico, lo que pone de manifiesto la necesidad de mejorar los materiales y sistemas constructivos empleados para garantizar un confort sonoro adecuado en las edificaciones residenciales.

2.1.2 Nacionales

(García, 2016), en una tesis titulada “Influencia del aislamiento y acondicionamiento acústico en la configuración espacial de un centro educativo de nivel primaria en el distrito de Trujillo, La Libertad”, se concluye que el aislamiento y el acondicionamiento acústico tienen un papel determinante en la organización espacial del proyecto arquitectónico. El estudio propone un diseño en el que el acceso principal se orienta hacia el parque colindante, utilizándolo como barrera natural que atenúa el ruido exterior. Asimismo, se plantea el retroceso de las aulas respecto a las vías circundantes para reducir la exposición sonora, junto con la incorporación de un patio hundido y ejes lineales de circulación que optimizan tanto el confort acústico como la funcionalidad del centro educativo.

(Contreras, 2019), en su tesis titulada: “Acondicionamiento termoacústico de vivienda en zona tropical: caso habilitación urbana San Cirilo, Iquitos, Maynas - Loreto, 2019”, concluyo que es posible el diseño de un modelo de vivienda

termoacústica para zona tropical con materiales de la zona en un área de construcción de 35 m², el cual, está destinado para personas en calidad de extrema pobreza.

2.1.3 Locales

Hasta el momento, no se han encontrado publicaciones locales que aborden de manera específica el tema del aislamiento acústico en edificaciones. Esta ausencia de estudios nacionales evidencia una brecha en la investigación aplicada al contexto local, lo que resalta la importancia y pertinencia de desarrollar trabajos que analicen las condiciones acústicas de las construcciones en el país, adaptadas a sus particularidades ambientales, urbanas y constructivas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sonido

Desde una perspectiva física, el sonido se define como una vibración mecánica de las moléculas que se propaga a través de un medio elástico, como el aire, y que es capaz de estimular el sentido auditivo en el ser humano (Millan, 2012). Este fenómeno ocurre gracias a la dilatación y compresión periódica del medio, lo que provoca que las moléculas se desplacen y transmitan energía entre sí en dirección longitudinal. En consecuencia, la propagación de la onda sonora se produce en el mismo sentido que el movimiento de las partículas del medio.

2.2.2 Espectro sonoro

Se entiende como la representación gráfica de los componentes frecuenciales que conforman una señal, junto con el nivel de presión sonora asociado a cada una de ellas. La mayoría de los sonidos que percibe el oído humano están compuestos por una superposición de múltiples frecuencias (Carrión, 1998). De acuerdo con la distribución de dichas frecuencias, los sonidos pueden clasificarse en tono puro, sonido armónico, sonido complejo y ruido (Millán, 2012)

Se entiende como la representación gráfica de los componentes frecuenciales que conforman una señal, junto con el nivel de presión sonora asociado a cada una de ellas. La mayoría de los sonidos que percibe el oído humano están compuestos por una superposición de múltiples frecuencias (Carrion, 1998). De acuerdo con la distribución de dichas frecuencias, los sonidos

pueden clasificarse en tono puro, sonido armónico, sonido complejo y ruido (Millan, 2012)

2.2.3 Tono Puro

Se define como la perturbación gráfica del sonido en la que la presión varía de forma sinusoidal a lo largo del tiempo (Miyara, 1999). Este tipo de sonido se caracteriza por estar compuesto por una única frecuencia, lo que le confiere una forma de onda simple y uniforme, conocida como tono puro.

2.2.4 Ruido Rosa

Se denomina ruido de espectro continuo a aquel cuya presión sonora disminuye en 3 dB cada vez que se incrementa una banda de octava, manteniendo así un nivel constante a lo largo de todo el espectro de frecuencias. Este tipo de ruido se utiliza como patrón de referencia en mediciones acústicas tanto in situ como en laboratorio, debido a su comportamiento estable y representativo (Tejeda & Moreno, 2005). (Véase Anexo 02)

2.2.5 Transmisión sonora

Se trata de una propiedad del frente de onda sonora que, al incidir sobre las paredes de un espacio, provoca estas vibren y transmitan parte de la energía acústica hacia un recinto contiguo. Este fenómeno ocurre mediante el movimiento vibratorio de la pared divisoria que separa ambos espacios, permitiendo así la radiación del sonido desde el recinto emisor hacia el receptor. La transmisión sonora puede darse de varias formas como:

- Transmisión directa: El sonido se transmite a través de la pared común que divide dos recintos.
- La transmisión indirecta o colateral se inicia cuando los elementos constructivos adyacentes provocan el sonido a la pared divisoria principal, tales como paredes laterales, techos, pisos, puertas, ventanas o ductos de ventilación. Estos componentes actúan como vías secundarias de transmisión sonora, permitiendo que parte del ruido atraviese el recinto por medios distintos a la pared principal (Millan, 2012). (Véase Anexo 03).

2.2.6 Difracción

La difracción del sonido es un fenómeno de dispersión que ocurre cuando una onda sonora encuentra un obstáculo o una abertura en su trayectoria y, en lugar de continuar en línea recta, se desvía y se propaga en distintas direcciones (Millán, 2012).

Cuando las dimensiones del obstáculo son menores que la longitud de onda, el sonido rodea la superficie y mantiene su dirección de propagación, manifestando un claro efecto de difracción. En cambio, cuando las dimensiones del obstáculo son mayores que la longitud de onda, se produce el fenómeno de reflexión, lo que genera una zona de sombra sonora detrás del objeto que impide el paso del sonido (Millán, 2012). (Véase Anexo 04)

La difracción del sonido es un fenómeno de dispersión que ocurre cuando una onda sonora encuentra un obstáculo o una abertura en su trayectoria y, en lugar de continuar en línea recta, se desvía y se propaga en distintas direcciones. (Millan, 2012).

Cuando las dimensiones del obstáculo son menores que la longitud de onda, el sonido rodea la superficie y mantiene su dirección de propagación, manifestando un claro efecto de difracción. En cambio, cuando las dimensiones del obstáculo son mayores que la longitud de onda, se produce el fenómeno de reflexión, lo que genera una zona de sombra sonora detrás del objeto que impide el paso del sonido. (Millan, 2012). (Véase Anexo 04).

2.2.7 Balance energético

Para Milán (2012), Se denomina balance energético del sonido al principio que explica la conservación de la energía cuando el frente de onda sonora entra en contacto con una superficie. En este proceso, una parte de la energía incidente es reflejada por la superficie, otra absorbida y transformada en calor, y una tercera transmitida hacia el medio adyacente o de destino.

En términos físicos, la energía total incidente es equivalente a la suma de la energía reflejada, absorbida y transmitida, lo que expresa el principio de conservación de la energía acústica en los procesos de interacción entre el sonido y los materiales. (Véase Anexo 05):

Ecuación 1: $E_i = E_a + E_r + E_t$

Donde:

E_a : Energía absorbida

E_i : Energía incidente

E_t : Energía transmitida

2.2.8 Reverberación

La reverberación se define como el grado de permanencia del sonido de un recinto después de que la fuente sonora ha dejado de emitir. Este fenómeno se produce debido a las reflexiones múltiples del sonido en las superficies del espacio, como paredes, techos y pisos. La velocidad con la que el nivel de presión sonora disminuye está directamente relacionada con la eficiencia de los materiales del recinto para absorber el sonido, cuanto mayor sea la absorción, más rápida será la atenuación del sonido, hasta que finalmente este se confunda en relación con el nivel sonoro ambiental. (Miyara, 1999)

2.2.9 Coeficiente de absorción

El coeficiente de absorción acústica se entiende como la proporción entre la energía sonora que un material es capaz de absorber y la energía que incide sobre su superficie, considerando una unidad de área. Este parámetro refleja el grado de eficiencia del material para captar el sonido y evitar su reflexión, siendo su valor variable según la frecuencia de las ondas sonoras. Por tal motivo, suele presentarse en valores determinados para cada banda de octava, con el fin de describir de manera más precisa el comportamiento acústico del material.

De forma matemática, el coeficiente de absorción se representa como:

Ecuación 2: $\alpha = E_a/E_i$

Donde:

E_a : Energía absorbida

E_i : Energía incidente

2.2.10 Tiempo de reverberación (T60)

El tiempo de reverberación se define como el intervalo que transcurre desde el instante en que una fuente sonora, ya sea impulsiva o continua, cesa

bruscamente su emisión, hasta el momento en que la intensidad del sonido disminuye en 60 decibelios (dB) respecto a su nivel inicial (Querol Noguera, 2003). Este parámetro es fundamental en la acústica arquitectónica, ya que permite evaluar el comportamiento sonoro de un recinto y determinar si posee las condiciones adecuadas para el confort auditivo y la inteligibilidad del sonido.

Según Sabiene el tiempo de reverberación viene dado por:

$$\text{Ecuación 3: } T_{60} = 0.16V/S * \text{Alpha}$$

Donde: T_{60} : Tiempo de reverberación [s] (Tiempo que tarda el sonido en caer 60 dB)

V: Volumen de la sala [m^3]

S: Superficie de la sala [m^2]

Alpha: Coeficiente de absorción medio

El coeficiente de absorción medio representa el promedio ponderado de los coeficientes de absorción de las distintas superficies que conforman un recinto. Este valor permite estimar el comportamiento acústico global del espacio, teniendo en cuenta la superficie y la capacidad de absorción de cada material, se expresa a través de:

Ecuación 4:

$$\bar{\alpha} * S = \sum_{i=1}^n S_i * \alpha_i$$

En la práctica, resulta difícil obtener mediciones reales del decaimiento total de 60 dB en el nivel de presión sonora, ya que antes de alcanzar dicho valor el sonido suele confundirse con el nivel de ruido de fondo del recinto. Por esta razón, la evaluación del tiempo de reverberación se realiza comúnmente mediante métodos aproximados, considerando el tiempo que tarda el nivel de presión sonora en disminuir 20 dB o 30 dB, valores que luego se extrapolan matemáticamente al equivalente de 60 dB. Estos tiempos se representan con los símbolos T20 y T30, respectivamente, y constituyen una alternativa práctica y precisa para estimar el comportamiento reverberante de un espacio acústico.

2.2.11 T20

El tiempo de reverberación T20 corresponde al tiempo estimado que tarda el nivel de presión sonora en disminuir 60 dB, calculado a partir de un ajuste lineal de la curva de decaimiento entre los niveles de 5 dB y 25 dB. Dado que la medición directa de 60 dB de decaimiento suele ser impracticable por la interferencia del ruido de fondo, el valor obtenido en ese intervalo se triplica matemáticamente para obtener una estimación equivalente al tiempo de reverberación de 60 dB, garantizando así una medición coherente y estandarizada.

2.2.12 T30

El tiempo de reverberación T30 representa el tiempo equivalente a un decaimiento de 60 dB del nivel sonoro en una sala, calculado a partir de un ajuste lineal de la curva de decaimiento comprendido entre los niveles de 5 dB y 35 dB. Dado que el rango medido corresponde a una reducción de 30 dB, el valor obtenido se duplica matemáticamente para estimar el tiempo total de reverberación RT60, que equivale a un decaimiento completo de 60 dB en el recinto. (Véase Anexo 06).

2.2.13 Ruido

El ruido se define como una vibración o perturbación mecánica que se propaga a través de un medio elástico, y que se caracteriza por poseer un espectro continuo, compuesto por una combinación aleatoria de sonidos con frecuencias muy próximas entre sí (Millán, 2012, p. 5). Desde el punto de vista perceptivo, el ruido se considera un sonido desagradable o no deseado, capaz de provocar molestias, distracción o incomodidad en quien lo percibe, afectando su bienestar y capacidad de concentración.

Físicamente el sonido y el ruido se comportan de la misma forma que puede ser descrita a través de la siguiente expresión:

Ecuación 5:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = 0$$

Sin embargo, su diferencia radica en la percepción subjetiva de cada individuo, ya que lo que puede resultar molesto para una persona, para otra puede pasar completamente desapercibido. Por ejemplo, la música puede ser percibida como una fuente de placer y relajación por algunos, mientras que para otros especialmente cuando interfiere con el sueño o las horas de estudio puede ser considerada como ruido. (Maekawa, 2011)

Dentro de una vivienda o de cualquier recinto, se considera ruido a todos aquellos sonidos provenientes del exterior o de espacios adyacentes que afectan a una persona o a un grupo de personas, estos ruidos pueden distinguirse según su medio de transmisión, ya sea aéreo (transmitido por el aire, como las voces o la música) o estructural (transmitido por las vibraciones en paredes, techos o pisos).

2.2.13 Sistemas Constructivos

Los sistemas constructivos se refieren a las técnicas, métodos y materiales utilizados en la construcción de edificaciones y estructuras. Estos sistemas pueden variar según la región, el clima, los recursos disponibles y las preferencias del constructor.

- **Muros de mampostería de bloques de arcilla:** En este sistema, se utilizan ladrillos o bloques de arcilla como unidades de construcción para levantar muros. Estas unidades se unen entre sí mediante mortero de arcilla o cal, formando una estructura sólida y resistente. La mampostería de arcilla puede ser utilizada tanto en muros portantes como en muros divisorios en diferentes tipos de edificaciones. Se debe tener en cuenta que la arcilla es un material abundante y económico en muchas regiones, lo que lo hace accesible para la construcción local. Es por ello que los ladrillos o bloques de arcilla son duraderos y pueden proporcionar una buena resistencia estructural. Además, la mampostería de arcilla ofrece buenas propiedades térmicas y acústicas, lo que contribuye al confort interior de los edificios. (Olivarria, 2017)
- **Muros de mampostería de bloques de concreto:** En este sistema, se utilizan bloques prefabricados de concreto como unidades de construcción para levantar muros. Estos bloques pueden tener

diversas formas y tamaños, y están diseñados para encajar entre sí de manera que formen una estructura sólida y estable. Los bloques de concreto se unen entre sí y se aseguran con mortero de cemento, formando una mampostería resistente que puede utilizarse tanto en muros portantes como en muros divisorios. Los bloques de concreto proporcionan resistencia de gran magnitud, lo que da a conocer que son perfectos en la construcción de muros que deben soportar cargas verticales. Estos son duraderos y pueden resistir la intemperie, el agua y otros agentes ambientales adversos. Pueden adaptarse a una amplia variedad de diseños arquitectónicos y pueden utilizarse tanto en muros portantes como en muros divisorios. La prefabricación de los bloques permite una mayor uniformidad en las dimensiones y características de los elementos de mampostería, lo que facilita su colocación y reduce los tiempos de construcción. (De Araujo, 2018)

- **Muros de concreto:** El sistema constructivo de este concepto, es utilizada en su gran mayoría en el área de la construcción de edificaciones debido a su durabilidad, resistencia y versatilidad. Los muros de concreto son elementos estructurales comunes en la construcción de edificaciones y otras infraestructuras. Estos muros se construyen utilizando concreto, un material compuesto principalmente por cemento, agregados como arena y grava, y agua. Pueden ser muros de concreto armado, es decir reforzados con barras de acero (armaduras) para aumentar su resistencia a las cargas verticales y horizontales con la finalidad de soportar cargas mayores. También pueden ser muros de concreto prefabricado o muros de concreto vaciado en sitio. (Molotla, 2018).
- **Losa aligerada:** El sistema constructivo de losa aligerada es una técnica utilizada en la construcción de edificaciones para reducir el peso de las losas, mejorar la eficiencia en el uso de materiales y facilitar la instalación de servicios como electricidad, plomería y aire acondicionado. Este sistema se basa en la incorporación de elementos aligerantes dentro de la losa, lo que permite disminuir su peso sin comprometer su resistencia estructural. (De la Cruz, 2022).

2.2.14 Contaminación auditiva

El documento titulado "Protocolo Nacional de Mediciones de Niveles de Presión Sonora Ambiental" fue elaborado por el Ministerio del Ambiente de Perú en octubre de 2014. Su finalidad principal es proporcionar una guía técnica para llevar a cabo mediciones de presión sonora en entornos exteriores, con el fin de controlar y gestionar la contaminación sonora en todo el país, de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y las normativas vigentes relacionadas con el ruido. El texto comienza con una introducción en la que se destaca la importancia de contar con instrumentos de monitoreo y vigilancia efectivos, tal como lo estipula la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611). Estos instrumentos permiten adoptar medidas adecuadas para garantizar el cumplimiento de las políticas ambientales. Asimismo, se menciona que los ECA para el ruido fueron aprobados en 2003 mediante el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, con el objetivo de establecer límites para los niveles de presión sonora y proteger la salud humana en espacios exteriores (OSMAN, 2009).

El objetivo principal del protocolo es establecer un procedimiento estandarizado para medir los niveles de presión sonora en diversos entornos, facilitando así una evaluación objetiva del impacto sonoro. La guía también establece directrices sobre cómo cuantificar diferentes características del sonido, como su tonalidad, impulsividad y reflexiones sobre superficies. Además, se especifica que la información obtenida debe ser reportada en un formato técnico detallado que contenga todos los aspectos relevantes de las mediciones. El propósito del protocolo es apoyar tanto a las instituciones públicas como privadas en la planificación acústica y en la verificación del cumplimiento de las normativas ambientales antes y después de la implementación de proyectos. Asimismo, el protocolo ayuda en la evaluación cuantitativa del impacto sonoro y de las molestias ocasionadas por el ruido en los entornos afectados. No obstante, el documento reconoce ciertas limitaciones. No cubre todas las posibles situaciones de medición de ruido, por lo que en esos casos se deberá consultar documentos adicionales. Además, enfatiza que las mediciones deben basarse en datos cuantitativos y no en percepciones subjetivas sobre el ruido (Tejeda & Moreno, 2005).

En cuanto a las recomendaciones básicas, se señala que el personal encargado de las mediciones debe poseer un amplio conocimiento técnico, experiencia y habilidades específicas en acústica. Deben estar familiarizados con el marco normativo y tener capacidad para interpretar y analizar los resultados obtenidos de manera precisa. El

protocolo también incluye un apartado sobre el marco normativo aplicable, donde se citan la Ley General del Ambiente, el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, así como las normativas ISO correspondientes a las mediciones acústicas. En cuanto a la instrumentación, se menciona que el sonómetro es el dispositivo principal para realizar estas mediciones. Este equipo debe cumplir con los estándares internacionales de precisión y exactitud, tal como los establecidos por la IEC. Además, se recomienda el uso de accesorios como calibradores sonoros, trípodes, medidores de viento, temperatura y humedad, así como GPS para la ubicación exacta de los puntos de medición (Escuder Silla y otros, 2007).

Los niveles de medición sonora además de la presión, detalla las etapas necesarias para llevar a cabo una correcta evaluación del ruido en el ambiente exterior. Esto incluye la calibración del equipo antes de las mediciones, determinación y la evaluación tanto del sonido residual como del sonido de fuentes específicas. El protocolo también establece métodos para corregir las mediciones en función del sonido residual o las reflexiones acústicas. Uno de los temas tratados con mayor detalle es la incertidumbre en las mediciones. El documento explica cómo calcular las incertidumbres asociadas, teniendo en cuenta factores como las características de la fuente sonora, las condiciones meteorológicas, la distancia entre la fuente y el sonómetro, y el tipo de terreno. El cálculo de estas incertidumbres es crucial para asegurar la exactitud y fiabilidad de los resultados. Por último, el protocolo establece que el informe técnico de los resultados de la evaluación debe incluir información detallada sobre las mediciones. Esto abarca la dirección y ubicación de los puntos de medición, el nombre del encargado de las mediciones, las condiciones meteorológicas en el momento de la evaluación, los indicadores sonoros registrados, y la naturaleza de cualquier sonido extraño detectado durante el proceso. Además, se debe adjuntar el certificado de calibración del equipo utilizado (Buitron Merlo & Jacome Muriel, 2015).

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

3.1.1 Ubicación del proyecto

- La relación entre el aislamiento acústico y los sistemas constructivos, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín, es directa.

3.2 Época de investigación

- La presente investigación se desarrollo en el año 2024 en las regiones Cajamarca y Junín

3.3 Metodología de investigación

3.3.1 Tipo de investigación

Tipo: Cuantitativa; Hernández, Fernández y Baptista (2014), indica que la investigación cuantitativa es aquella investigación empírica y sistémica cuyo objetivo es emplear modelos matemáticos relacionados con el o los fenómenos, es el sustento por el cual la presente un enfoque cuantitativo.

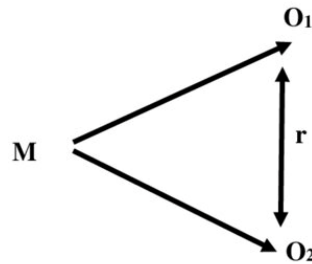
3.3.2 Nivel, diseño de la investigación

El nivel explicativo se enfoca en entender las causas de un fenómeno o problema, buscando la relación entre causas y efectos. Este nivel es especialmente relevante en contextos donde se necesitan analizar temas complejos que pueden tener múltiples factores involucrados, como en el caso de enfermedades y otros fenómenos no ampliamente estudiados (Hernández, et al., 2018).

Diseño: Comparativo

Figura 1

Gráfico del diseño de la investigación



Dónde:

M: Muestra

R: Relación existente

O1: Aislamiento acústico

O2: Los sistemas constructivos

3.3.3 Método de investigación

El estudio se basa en un método descriptivo, de enfoque cuantitativo y concluyente, cuyo propósito es analizar de manera objetiva los fenómenos observados a través de datos numéricos. Este método permite identificar patrones y tendencias dentro de la población, brindando una comprensión más clara de la realidad estudiada. A través del análisis estadístico, se busca no solo describir los hechos tal como ocurren, sino también ofrecer una interpretación ordenada y coherente que contribuya a la brindar mayor comprensión y decisión en los comportamientos humanos desde una perspectiva científica. (Hernández, et al, 2014).

3.3.4 Población de estudio

Edificaciones con sistemas constructivos de las regiones Cajamarca y Junín

3.3.5 Muestra

Mediante un muestreo no sistémico por conveniencia se han elegido 200 edificaciones con sistemas constructivos de las regiones Cajamarca y Junín, de los cuales 100 son sistema convencional y 100 con sistema constructivo no convencional.

3.3.6 Unidad de análisis

En cuanto a la unidad de análisis se está estudiando a la calidad de materiales y los sistemas constructivos en muros de mampostería de bloques de arcilla, muros de mampostería de bloques de concreto, muros de concreto y losas aligeradas; en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

3.3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.7.1 Técnicas

La observación directa es una técnica de recolección de datos que implica que el observador esté físicamente presente en el lugar donde se encuentra el objeto de estudio. Este método permite obtener información de manera inmediata y objetiva sobre el comportamiento y las características del fenómeno que se está investigando. Es importante ser sistemático y reflexivo en su aplicación para asegurar la validez de los datos recolectados. Recuerda siempre validar la información obtenida con otros métodos si es necesario.

3.3.7.1 Instrumentos

La escala de rango es una herramienta que consiste en una serie de indicadores y una escala gradada utilizada para evaluar diferentes aspectos en un contexto educativo. Permite a los investigadores medir de manera más estructurada y objetiva.

$LA_{eq,T}$ (dBA) es el nivel de presión sonora equivalente, que se calcula promediando los niveles de ruido durante un periodo de tiempo específico (T) utilizando la ponderación de frecuencia 'A'. Este valor es útil para comprender la exposición al ruido y su impacto en la salud.

El sonido residual se refiere al sonido total que permanece en un lugar específico una vez que se han suprimido los sonidos específicos que se están analizando.

Tabla 1

Instrumento general de recolección de datos

	LAeq, T (dBA) Externo (10 muestras)	LAeq, T (dBA) Interno (10 muestras)	Sonido residual (dBA)
Medición 1			
Medición 2			

Aislamiento acústico

Sonido residual 14-20 dBA Bajo aislamiento acústico (1)

Sonido residual 8-14 dBA Regular aislamiento acústico (2)

Sonido residual 1-8 dBA Bueno aislamiento acústico (3)

Tabla 2

Ficha Técnica de Evaluación de Calidad de Materiales de Construcción

Ítem	Descripción	Malo	Regular / Bueno
1. Uniformidad del material	Consistencia de tamaño, forma y color del material		
2. Absorción de agua	Capacidad del material para absorber agua y su impacto en la durabilidad		
3. Pureza del material	Ausencia de contaminantes o impurezas en el material		
4. Acabado superficial	Calidad y apariencia de la superficie del material		
5. Densidad	Relación entre el peso y el volumen, que afecta la resistencia y el peso total		
6. Facilidad de trabajo	Capacidad para cortar, perforar o moldear el material sin deteriorarlo		
7. Resistencia a la intemperie	Comportamiento del material ante condiciones climáticas adversas		
8. Estabilidad dimensional	Capacidad para mantener su tamaño		

	y forma con el tiempo
9. Precio y costo de mantenimiento	Relación entre la calidad y el costo total de uso del material



UNID

UNIVERSIDAD INTERAMERICANA
PARA EL DESARROLLO

Tabla 3

Ficha Técnica de Evaluación de Procesos Constructivos en Edificaciones

Ítem	Descripción	Malo	Regular / Bueno
1. Preparación del terreno	Verificación de la limpieza y nivelación del terreno antes del inicio de la construcción		
2. Instalación de cimientos	Calidad en la excavación, colocación de acero y vaciado de concreto en los cimientos		
3. Impermeabilización de bases	Aplicación correcta de sistemas de impermeabilización para evitar humedad en bases		
4. Estructura de la edificación	Alineación, nivelación y estabilidad de la estructura (muros, columnas, vigas)		
5. Colocación de instalaciones	Integración de sistemas eléctricos, sanitarios y de gas sin interferencias		
6. Resistencia y calidad del concreto	Verificación de mezclado, vaciado y curado adecuado del concreto en elementos estructurales		
7. Acabado de superficies	Calidad de acabados en paredes, techos y pisos; incluye estuco, pintura y revestimientos		
8. Aislamiento acústico y térmico	Adecuación del aislamiento para reducir ruido y mantener la temperatura interior		

9. Seguridad en el sitio	Implementación de medidas de seguridad para evitar accidentes en el lugar de construcción
10. Limpieza y orden final	Calidad de limpieza y organización del sitio al finalizar cada etapa de construcción

3.4 Procedimiento

Cuando se efectúan mediciones acústicas, el objetivo principal consiste en determinar el nivel de presión sonora generado por una fuente específica, entendida como cualquier actividad susceptible de producir ruido, tales como el funcionamiento de maquinaria industrial, procesos constructivos, actividades comerciales o recreativas, o el tráfico vehicular.

El procedimiento técnico para la obtención de mediciones confiables se desarrolla mediante las siguientes etapas:

a) Configurar el instrumento de medición con ponderación A (o C, cuando se requiere evaluar componentes de baja frecuencia) en el dominio de la frecuencia. En el dominio del tiempo, se selecciona el modo Fast (F), Slow (S) o Impulse (I), en función de las características de la fuente sonora. Es indispensable activar los indicadores acústicos pertinentes y, de ser necesario, realizar el análisis espectral en tercios de octava, lo cual es posible mediante el uso de sonómetros profesionales capaces de registrar simultáneamente indicadores y espectros.

b) Efectuar la calibración del equipo en campo antes del inicio de las mediciones, realizando los ajustes necesarios para asegurar la exactitud de los resultados.

c) Siempre que las condiciones lo permitan, el sistema de medición debe ubicarse sobre una superficie reflectante, con el propósito de mantener la estabilidad de los datos registrados.

d) Instalar correctamente la pantalla anti-viento, garantizando un ajuste adecuado y verificando que la velocidad del viento no exceda los 3 m/s. Esta protección cumple una doble función: minimiza las interferencias acústicas y preserva el diafragma del micrófono frente al polvo y otros agentes externos. El micrófono debe orientarse hacia la fuente emisora de ruido, manteniendo un ángulo aproximado de 45° respecto a la superficie horizontal.

e) El equipo de medición debe montarse sobre un trípode estable. Cuando sea posible, se recomienda emplear un cable de extensión para separar el micrófono del cuerpo del sonómetro, evitando así la influencia del ruido generado por el operador.

f) Proceder a la ejecución de las mediciones acústicas, siguiendo los parámetros previamente establecidos.

g) En caso de detectar sonidos ajenos a la fuente evaluada, se debe detener temporalmente el registro mediante la función “pausa”. Si ello no resulta factible, se deberá documentar el tipo de ruido y la hora exacta del evento en la bitácora de campo.

h) La duración de la medición debe ser representativa del comportamiento real de la fuente sonora. Generalmente, se recomienda un tiempo de 5 a 15 minutos, aunque, dependiendo de la variabilidad del ruido y de los criterios de la autoridad ambiental competente, el período puede extenderse hasta 30 minutos.

i) Finalmente, los datos obtenidos deben almacenarse en la memoria interna del sonómetro, característica común en los equipos de última generación, permitiendo así su respaldo, procesamiento y análisis posterior.

3.5 Presentación de resultados

Resultados descriptivos:

Tabla 4

Estadísticos aislamiento acústico, calidad de los materiales, proceso constructivo bloque de arcilla, proceso constructivo bloque de concreto

Estadísticos

		Aislamiento acústico	Calidad de los materiales	Proceso constructivo bloque de arcilla	Proceso constructivo Bloque de concreto
N	Válido	300	300	300	300
	Perdidos	0	0	0	0
Media		1,97	2,06	1,95	1,93
Mediana		2,00	2,00	2,00	2,00

Nota: Se muestra la media y la mediana para la variable aislamiento acústico, y las dimensiones: calidad de los materiales, proceso constructivo bloque de arcilla, proceso constructivo bloque de concreto.

Tabla 5

Estadísticos proceso constructivo muro de constructivo, proceso constructivo losa aligerada, sistemas constructivos.

Estadísticos

		Proceso constructivo Muros de concreto	Proceso constructivo Losas aligeradas	Sistemas constructivos
N	Válido	300	300	300
	Perdidos	0	0	0
Media		1,98	2,00	2,09
Mediana		2,00	2,00	2,00

Nota: Se muestra la media y la mediana para la variable sistemas constructivo y las dimensiones proceso constructivo de muros de concreto y proceso constructivo losas aligeradas.

Tabla 6

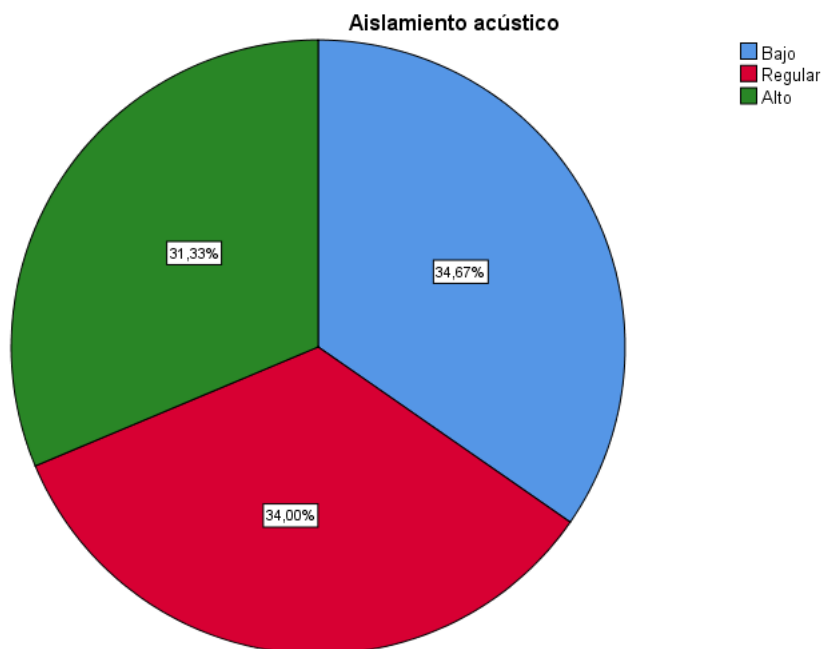
Tabla de frecuencias aislamiento acústico

Aislamiento acústico					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	104	34,7	34,7	34,7
	Regular	102	34,0	34,0	68,7
	Alto	94	31,3	31,3	100,0
	Total	300	100,0	100,0	

Nota: Se muestra la tabla de frecuencias del aislamiento acústico a partir del sonido residual.

Figura 2

Gráfico circular aislamiento acústico %.



Nota: Se muestra el gráfico circular aislamiento acústico %.

Tabla 7

Tabla de frecuencias calidad de los materiales

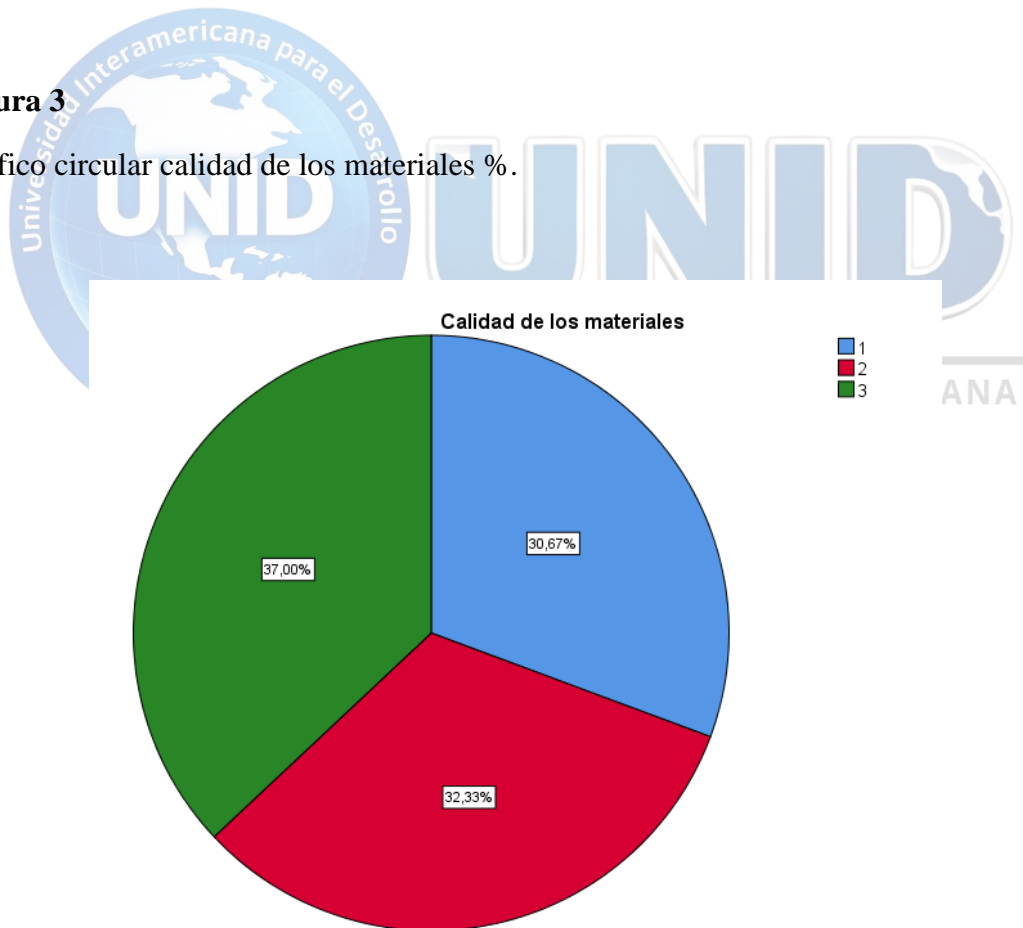
Calidad de los materiales

				Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	92	30,7	30,7	30,7
	2	97	32,3	32,3	63,0
	3	111	37,0	37,0	100,0
	Total	300	100,0	100,0	

Nota: Se muestra la tabla de frecuencias calidad de los materiales.

Figura 3

Gráfico circular calidad de los materiales %.



Nota: Se muestra el gráfico circular calidad de los materiales %.

Tabla 8

Tabla de frecuencias proceso constructivo bloque de arcilla

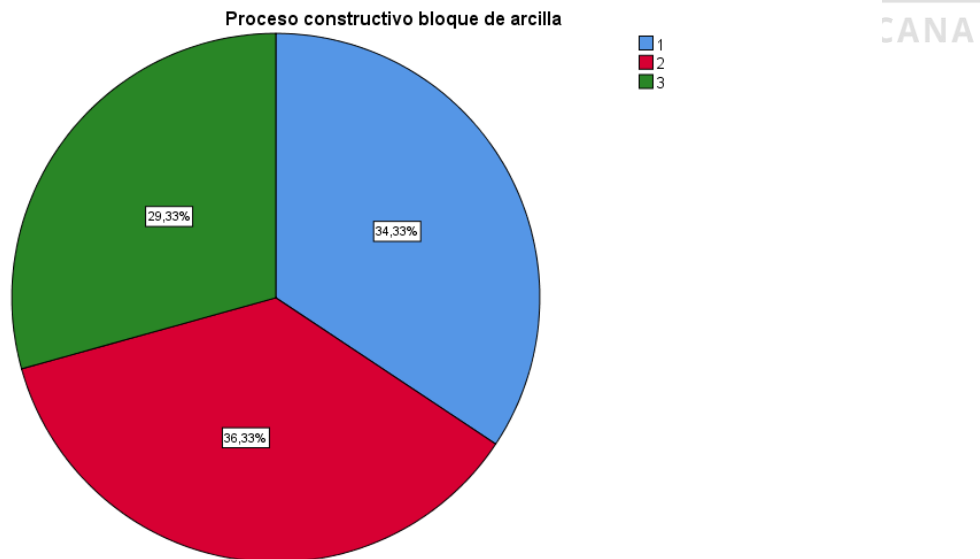
Proceso constructivo bloque de arcilla

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	103	34,3	34,3	34,3
	2	109	36,3	36,3	70,7
	3	88	29,3	29,3	100,0
	Total	300	100,0	100,0	

Nota: Se muestra la tabla de frecuencias proceso constructivo de arcilla.

Figura 4

Gráfico circular proceso constructivo bloque de arcilla %.



Nota: Se muestra el gráfico circular proceso constructivo bloque de arcilla %.

Tabla 9

Tabla de frecuencias proceso constructivo bloque de concreto

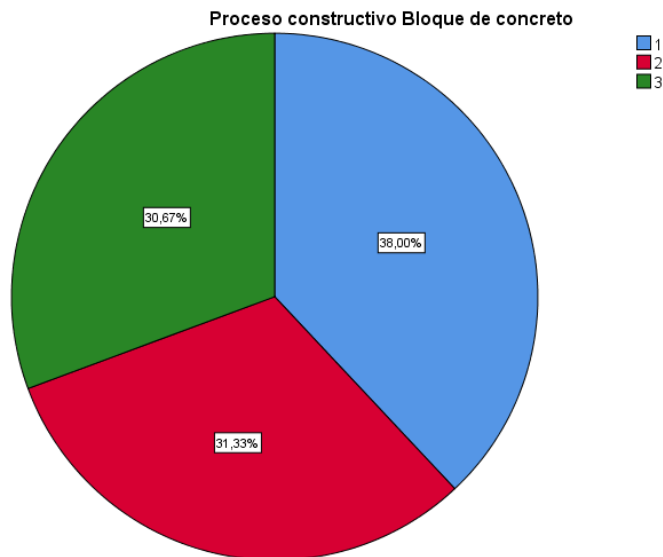
Proceso constructivo Bloque de concreto

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	114	38,0	38,0	38,0
	2	94	31,3	31,3	69,3
	3	92	30,7	30,7	100,0
	Total	300	100,0	100,0	

Nota: Se muestra la tabla de frecuencias proceso constructivo bloque de concreto.

Figura 5

Gráfico circular proceso constructivo bloque de concreto %.



Nota: Se muestra el gráfico circular proceso constructivo bloque de concreto %.

Tabla 10

Tabla de frecuencias proceso constructivo muro de concreto

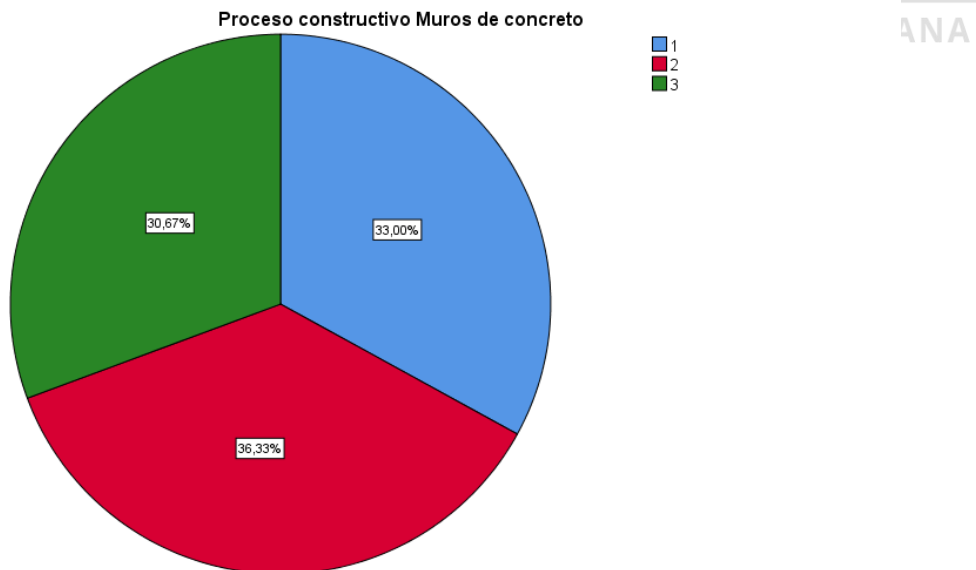
Proceso constructivo Muros de concreto

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	99	33,0	33,0	33,0
	2	109	36,3	36,3	69,3
	3	92	30,7	30,7	100,0
	Total	300	100,0	100,0	

Nota: Se muestra la tabla de frecuencias proceso constructivo muros de concreto.

Figura 6

Gráfico circular proceso constructivo muros de concreto %.



Nota: Se muestra el gráfico circular proceso constructivo muros de concreto %.

Tabla 11

Tabla de frecuencias proceso constructivo losas aligeradas

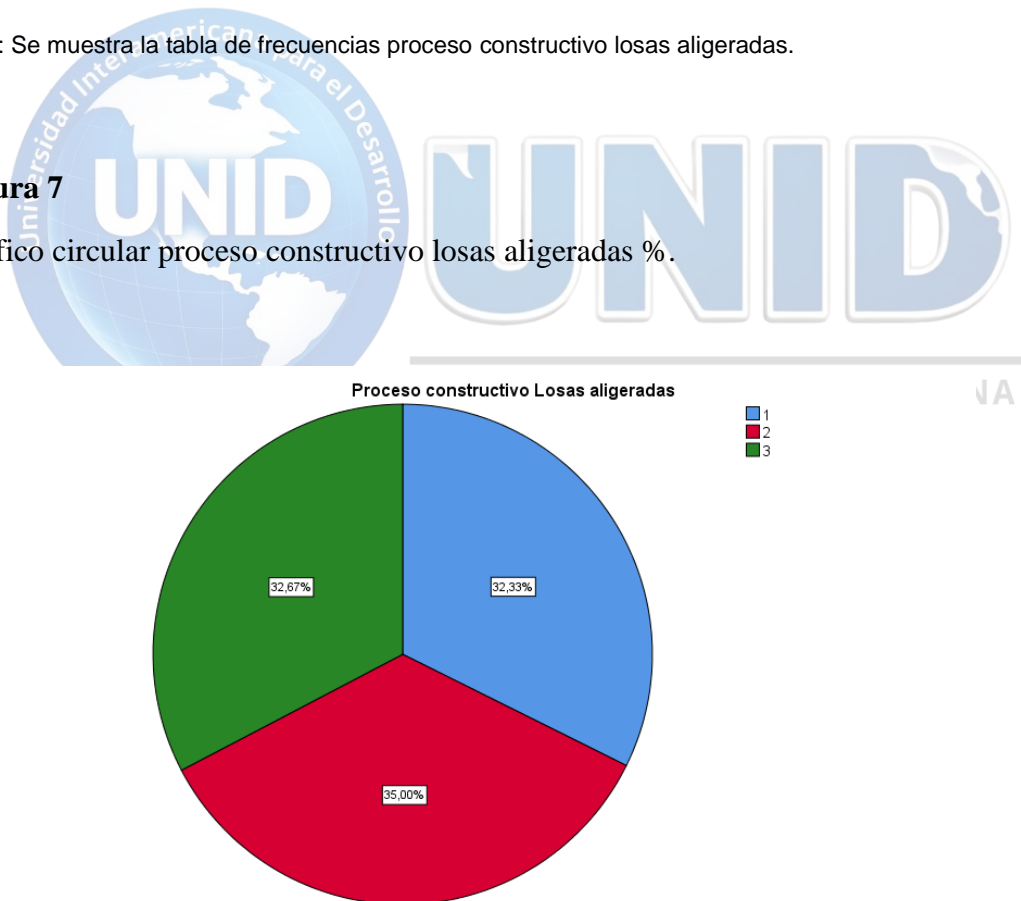
Proceso constructivo Losas aligeradas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	97	32,3	32,3	32,3
	2	105	35,0	35,0	67,3
	3	98	32,7	32,7	100,0
	Total	300	100,0	100,0	

Nota: Se muestra la tabla de frecuencias proceso constructivo losas aligeradas.

Figura 7

Gráfico circular proceso constructivo losas aligeradas %.



Nota: Se muestra el gráfico circular losas aligeradas %.

Tabla 12

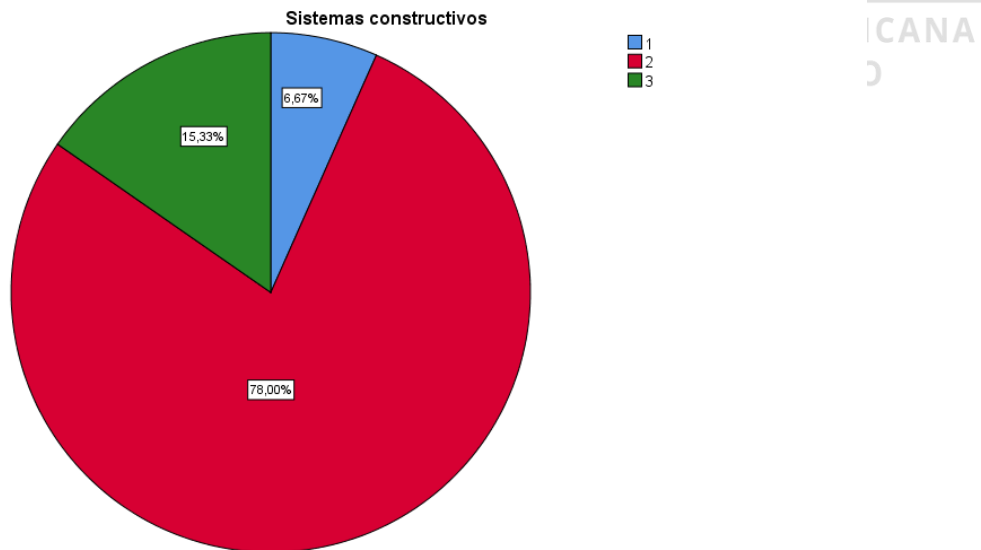
Tabla de frecuencias sistemas constructivos

Sistemas constructivos					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	20	6,7	6,7	6,7
	2	234	78,0	78,0	84,7
	3	46	15,3	15,3	100,0
	Total	300	100,0	100,0	

Nota: Se muestra la tabla de frecuencias sistemas constructivos.

Figura 8

Gráfico circular sistemas constructivos %.



Nota: Se muestra el gráfico circular sistemas constructivos %.

Pruebas de hipótesis:

H0: No existe relación entre el aislamiento acústico y los sistemas constructivos, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

Hi: La relación entre el aislamiento acústico y los sistemas constructivos, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín, es directa.

Tabla 13

Prueba de hipótesis variable aislamiento acústico y sistemas constructivos

Correlaciones

		Aislamiento acústico	Sistemas constructivos
Aislamiento acústico	Correlación de Pearson	1	,772
	Sig. (bilateral)		,009
	N	300	300
Sistemas constructivos	Correlación de Pearson	,772	1
	Sig. (bilateral)	,009	
	N	300	300

Se ha elegido un p valor de 0.05, la significancia bilateral es menor al p valor por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ho: El aislamiento acústico no presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de mampostería de bloque de arcilla, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

Hi: El aislamiento acústico presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de mampostería de bloque de arcilla, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

Tabla 14

Prueba de hipótesis variable aislamiento acústico y la dimensión procesos constructivos bloque de arcilla de la variable sistemas constructivos.

Correlaciones

		Aislamiento acústico	Proceso constructivo bloque de arcilla
Aislamiento acústico	Correlación de Pearson	1	,799
	Sig. (bilateral)		,017
	N	300	300
Proceso constructivo bloque de arcilla	Correlación de Pearson	,799	1
	Sig. (bilateral)	,017	
	N	300	300

Se ha elegido un p valor de 0.05, la significancia bilateral es menor al p valor por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ho: El aislamiento acústico no presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de mampostería de bloque de concreto, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

Hi: El aislamiento acústico presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de mampostería de bloque de concreto, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

Tabla 15

Prueba de hipótesis variable aislamiento acústico y la dimensión procesos constructivos bloque de concreto de la variable sistemas constructivos.

Correlaciones

		Aislamiento acústico	Proceso constructivo Bloque de concreto
Aislamiento acústico	Correlación de Pearson	1	,133
	Sig. (bilateral)		,010
	N	300	300
Proceso constructivo Bloque de concreto	Correlación de Pearson	,133	1
	Sig. (bilateral)	,010	
	N	300	300

Se ha elegido un p valor de 0.05, la significancia bilateral es menor al p valor por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ho: El aislamiento acústico no presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de concreto, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

Hi: El aislamiento acústico presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de concreto, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

Tabla 16

Prueba de hipótesis variable aislamiento acústico y la dimensión procesos constructivos muros de concreto de la variable sistemas constructivos.

Correlaciones

		Aislamiento acústico	Proceso constructivo Muros de concreto
Aislamiento acústico	Correlación de Pearson	1	,760
	Sig. (bilateral)		,019
	N	300	300
Proceso constructivo Muros de concreto	Correlación de Pearson	,760	1
	Sig. (bilateral)	,019	
	N	300	300

Se ha elegido un p valor de 0.05, la significancia bilateral es menor al p valor por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ho: El aislamiento acústico no presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en losas aligeradas, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

Hi: El aislamiento acústico presenta una relación directa con la calidad de los materiales y del proceso constructivo en losas aligeradas, en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.

Tabla 17

Prueba de hipótesis variable aislamiento acústico y la dimensión procesos constructivos losas aligeradas de la variable sistemas constructivos.

Correlaciones

		Aislamiento acústico	Proceso constructivo Losas aligeradas
Aislamiento acústico	Correlación de Pearson	1	,868
	Sig. (bilateral)		,013
	N	300	300
Proceso constructivo Losas aligeradas	Correlación de Pearson	,868	1
	Sig. (bilateral)	,013	
	N	300	300

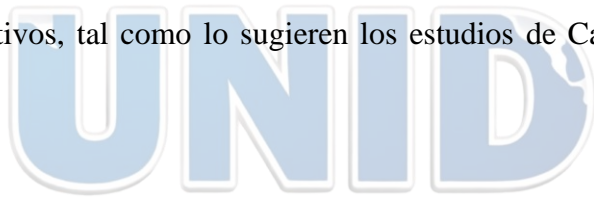
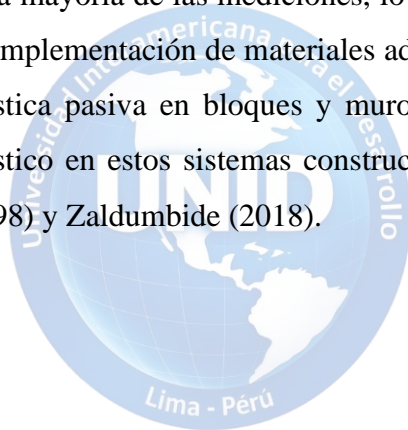
Se ha elegido un p valor de 0.05, la significancia bilateral es menor al p valor por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

CAPITULO IV

ÁNÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación examina el aislamiento acústico en relación con variables específicas del proceso constructivo, tales como la calidad de los materiales y los distintos elementos constructivos empleados las regiones Cajamarca y Junín. Se emplearon un sonómetro de alta precisión para realizar mediciones en 200 viviendas, con el fin de comparar el comportamiento acústico de bloques de arcilla y bloques de concreto, así como de muros de concreto y losas aligeradas. Para reducir el margen de error, se realizaron mediciones en puntos de estación externos e internos, y se calculó el ruido residual, definido como la diferencia entre el ruido absorbido por el material y el ruido externo. Estas mediciones se extendieron por cuatro meses, permitiendo un análisis estadístico descriptivo e inferencial para evaluar el rendimiento acústico de cada material y sistema; para el caso de los bloques de arcilla en los procesos constructivos, el ruido externo mostró una concentración de niveles moderadamente altos, con el 85% de las mediciones entre 61,01 y 69,00 dBA. Este rango sugiere que el aislamiento acústico en paredes de bloques de arcilla puede ser eficiente, pero depende de factores adicionales en el entorno. Los bloques de concreto, por otro lado, presentaron resultados similares en cuanto al rango de ruido externo, con una mayor concentración de ruido en el rango de 66,01 a 69,00 dBA en un 44% de las mediciones. Este comportamiento sugiere que los bloques de concreto, aunque robustos, presentan un nivel de absorción acústica comparable al bloque de arcilla, con posibles diferencias a evaluar en relación con la densidad del material y su implementación en el diseño de muros; en cuanto a los muros de concreto en el proceso constructivo, se observó que el ruido interno fue significativamente más bajo en comparación con el ruido externo. El 66% de las mediciones de ruido interno se encontraron entre 15,01 y 17,00 dBA, demostrando una adecuada capacidad de aislamiento acústico en este tipo de muro. La baja transmisión de ruido sugiere que la densidad y la estructura del concreto contribuyen favorablemente al aislamiento en entornos urbanos. En los muros construidos con bloques de arcilla, el comportamiento acústico fue similar, con la mayoría de las mediciones de ruido interno también concentradas entre 15,01 y 17,00 dBA. Esto respalda la eficacia de este material en ambientes residenciales, proporcionando un nivel acústico que no interfiere significativamente en el confort de los ocupantes; Para el análisis del ruido residual en

los sistemas constructivos, los niveles medidos en las losas aligeradas fueron generalmente moderados. El 38% de las mediciones se concentraron en el rango de 46,01 a 49,00 dBA, seguido del 26% en el rango de 49,01 a 52,00 dBA. Estos resultados indican que el ruido residual en las losas aligeradas se mantiene en niveles aceptables y permite un ambiente interno relativamente libre de interferencias acústicas, aunque podría beneficiarse de materiales de mayor densidad en entornos con requisitos acústicos más estrictos; en general, los bloques de arcilla y los muros de concreto proporcionan una buena barrera contra el ruido externo, mientras que las losas aligeradas y los bloques de concreto muestran niveles moderados de ruido residual, lo que los hace adecuados para entornos urbanos. Sin embargo, los niveles de ruido externo superan ocasionalmente los 65 dBA recomendados en normativas internacionales para áreas urbanas. En cuanto al ruido interno, se evidenció una adecuada reducción, con valores por debajo de 17,50 dBA en la mayoría de las mediciones, lo cual contribuye al confort acústico de las viviendas. La implementación de materiales adicionales de alta densidad o soluciones de absorción acústica pasiva en bloques y muros podría optimizar aún más los niveles de confort acústico en estos sistemas constructivos, tal como lo sugieren los estudios de Carrión (1998) y Zaldumbide (2018).



UNIVERSIDAD INTERAMERICANA
PARA EL DESARROLLO

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se concluye que existe una relación directa entre el tipo de sistema constructivo utilizado y el nivel de aislamiento acústico en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín. Los sistemas constructivos que emplean materiales de alta densidad y procesos estructurados en muros y losas aligeradas logran mayores niveles de reducción del ruido externo, proporcionando un ambiente interno más confortable y mejorando el aislamiento acústico en general.
- Los resultados indican que el aislamiento acústico en los muros de mampostería de bloque de arcilla está directamente relacionado con la calidad del material y el proceso constructivo. Los muros de arcilla que cumplen con estándares de calidad y que han sido construidos bajo procedimientos adecuados presentan un mejor desempeño acústico, reduciendo eficazmente el ruido externo en las edificaciones de la región.
- Existe una correlación directa entre el aislamiento acústico y la calidad de los materiales y del proceso constructivo en muros de mampostería de bloque de concreto. Los muros de concreto bien construidos y con materiales de buena calidad demuestran una capacidad significativa para amortiguar el ruido externo, destacándose como una alternativa adecuada para mejorar el aislamiento acústico en las edificaciones de las regiones Cajamarca y Junín.
- Los muros de concreto muestran una relación directa entre el aislamiento acústico y la calidad de los materiales y el proceso constructivo. La densidad y resistencia de los muros de concreto bien construidos contribuyen a una mejor atenuación del ruido, indicando que son efectivos para garantizar un ambiente interior acústicamente confortable.

- Se observa una relación directa entre el aislamiento acústico y la calidad de los materiales y del proceso constructivo en las losas aligeradas. Aunque las losas aligeradas presentan un rendimiento acústico moderado, el uso de materiales de calidad y una ejecución constructiva adecuada son esenciales para mejorar su capacidad de aislamiento, haciendo de estas losas una opción viable para reducir el ruido en las edificaciones.



5.2 Recomendaciones

- Dado que se identificaron niveles específicos de sonido residual en los sistemas convencionales, sería beneficioso implementar estudios adicionales en distintas estaciones del año. Esto permitiría obtener datos más completos sobre las variaciones de ruido estacional y mejorar la precisión de los niveles de aislamiento acústico recomendados para estos sistemas.

- Con el fin de optimizar el aislamiento acústico de los sistemas no convencionales, se recomienda analizar y seleccionar materiales de construcción alternativos que maximicen la absorción de sonido. Además, llevar a cabo pruebas con distintos diseños constructivos y materiales podría aportar mejoras significativas en el desempeño acústico de estos sistemas.

- Realizar una evaluación exhaustiva de las diferencias de costo-beneficio entre los sistemas convencionales y no convencionales en términos de aislamiento acústico. Este análisis puede guiar futuras decisiones en la selección de sistemas constructivos en proyectos donde el control del ruido sea una prioridad.

- Considerar la posibilidad de combinar elementos de ambos sistemas constructivos para optimizar el rendimiento acústico sin aumentar significativamente los costos de construcción. Además, sería conveniente realizar estudios en situaciones de mayor carga sonora para verificar la capacidad de aislamiento en condiciones extremas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, A. d. (2003). Contaminacion acustica y salud. *Observatorio Medioambiental*, 73-95.
- Buitron Merlo, D. J., & Jacome Muriel, E. A. (2015). Análisis del aislamiento acústico en edificaciones de la ciudad de Quito en diferentes sistemas constructivos y períodos de tiempo. Quito: Universidad de las Américas.
- Caballol, D. (2013). Aislamiento acústico entre recintos superpuestos de gran volumen con forjados autárquicos. *Revista de la Construcción*, 47-52.
- Carrion, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Ediciones UPC.
- Contreras, A. (2019). Acondicionamiento termoacústico de vivienda en zona tropical: caso habitacion urbana San Cirilo, Iquitos, Maynas. Universidad Cientifica del Perú.
- De Araujo, V. (2018). Disponibilidad de las técnicas constructivas de habitación en madera, en Brasil. *Tecnología medioambiente y sostenibilidad*, 16-23.
- De araujo, V. (2019). Disponibilidad de las técnicas constructivas de habitación en madera, en Brasil. *Tecnología, medioambiente y sostenibilidad*, 68-75.
- De la Cruz, 2. (2022). Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en sistema de pórticos aplicando la norma E.030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente en la Ciudad de Lima. *Gaceta Técnica*, 36-46.
- Ede C, M., Lesvia Perez, L., & Celso E., L. (2014). Sound insulation parameters of a roof prototype built with ecological materials. *Revista Técnica de la Facultad de Ingenieria Universidad del Zulia*, 1-14.
- Escuder Silla, E., Alva Fernandes, J., & Ramis Soriano, J. (2007). Aislamiento acústico a ruido aéreo en acristalamientos de vidrio. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 197-204.
- Esquerdo, T. (2015). Desarrollo de modelos de comportamiento acústico y caracterización experimental de materiales elaborados con aligerantes para la construcción. Aplicación a sistemas de control de ruido. Universidad Politecnica de Valencia.
- Garcia, M. (2016). Influencia del aislamiento y acondicionamiento acustico en la configuracion espacial de un centro educativo de nivel primario en el distrito de Trujillo, La Libertad. Universidad Privada del Norte.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodlogia de la Investigacion*. Mexico: McGrawHill.

- Maekawa, J. (2011). *Environmental and Architectural Acoustics*. New York: Spon Press.
- Meza Marin, L., & Recuero Lopez, M. (2008). Análisis y comparación de aislamiento acústico en viviendas y edificios de nueva construcción. *Revista de la Construcción*, 20-26.
- Millan, J. M. (2012). *Instalaciones de megafonia y sonorizacion*. Madrid: Paraninfo.
- Miyara, F. (1999). *Control de Ruido*. Rosario: ASOLOFAL.
- Molotla, P. (2018). Integración. *Gremium*, 81-98.
- Olivarria, D. (2017). INFLUENCIA DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN SELECCIÓN DE VIVIENDA CLASE MEDIA. *Biotecnia*, 9-13.
- OSMAN, O. d. (16 de Mayo de 2009). *Ruido y Salud*. Obtenido de https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824
- Tejeda, C., & Moreno, A. (2005). *Acustica de la edificación*. Madrid: Fundacion Escuela de la Edificacion.
- Zaldumbide, M. (2018). Evaluación del aislamiento acústico de materiales constructivos de un edificio residencial de la Ciudad de Quito. Universidad de las Americas.



ANEXOS

- Data procesada

1 toma de datos cada 10 min											Tabla de datos sistema constructivo convencional											
											L _{eq} , T (dBA) Externo (10 muestras)											
Medicacion 1	68	57	80	52	60	50	62	71	69	78	64.7	21	13	17	14	15	19	15	20			
Medicacion 2	58	60	71	79	64	51	54	73	79	62	65.1	20	16	17	20	14	16	20	15			
Medicacion 3	72	58	72	69	62	79	57	77	77	58	68.1	15	15	15	19	15	14	18	18			
Medicacion 4	71	77	79	75	51	76	64	73	50	69	68.5	20	14	20	19	15	16	18	18			
Medicacion 5	77	69	80	78	59	80	71	51	69	78	71.2	21	18	15	18	20	20	13	13			
Medicacion 6	64	77	69	50	73	51	62	76	75	70	66.7	20	17	13	16	15	13	21	21			
Medicacion 7	69	74	60	50	71	70	60	52	66	55	62.7	20	19	15	15	16	18	18	18			
Medicacion 8	54	64	60	52	69	70	65	57	69	79	63.9	14	16	15	14	13	12	13	13			
Medicacion 9	63	58	55	78	67	78	79	74	78	55	65.5	12	18	18	19	17	16	19	16			
Medicacion 10	72	79	57	60	66	51	56	54	80	75	65	20	13	16	18	12	14	19	12			
Medicacion 11	80	66	63	68	60	51	50	52	53	56	59.9	12	13	19	19	21	15	13	13			
Medicacion 12	78	69	68	53	67	68	51	51	58	57	62	16	20	13	20	19	17	21	21			
Medicacion 13	71	53	64	76	54	67	50	71	65	73	64.4	16	18	18	12	17	13	13	17			
Medicacion 14	50	70	64	73	74	56	74	73	74	64	67.2	12	16	15	20	19	19	17	17			
Medicacion 15	54	58	74	63	60	52	56	66	76	71	63	18	17	13	15	19	15	15	15			
Medicacion 16	66	76	50	76	52	75	67	62	61	55	64	13	20	17	19	16	19	19	19			
Medicacion 17	79	66	78	74	65	65	60	63	52	67.3	15	13	15	16	16	14	21	16	21			
Medicacion 18	80	75	55	53	65	79	51	71	79	65	67.3	20	13	16	12	18	13	20	20			
Medicacion 19	73	67	71	75	80	68	61	74	62	80	71.1	19	21	21	19	19	12	18	18			
Medicacion 20	80	78	80	50	74	58	59	70	68	78	69.5	19	20	19	20	13	16	18	18			
Medicacion 21	59	55	65	54	79	52	65	72	58	59	61.6	15	13	15	16	16	14	21	16			
Medicacion 22	63	77	51	57	62	75	63	55	65	69	63.7	13	17	12	16	17	19	21	21			
Medicacion 23	67	78	60	64	70	57	57	68	63	66	65	16	16	16	18	21	12	20	19			
Medicacion 24	77	66	54	62	55	60	76	70	69	75	66.3	14	16	15	18	18	16	14	14			
Medicacion 25	63	71	58	59	66	51	58	70	74	59	61.9	17	16	16	16	16	17	16	16			
Medicacion 26	63	74	75	80	76	53	64	67	65	75	69.2	16	15	13	14	20	15	15	15			
Medicacion 27	73	57	58	50	75	73	80	74	73	73	68.6	16	15	14	17	12	15	21	21			
Medicacion 28	53	65	69	57	73	53	55	79	56	54	61.4	19	13	14	15	15	18	21	21			
Medicacion 29	71	64	61	54	63	63	56	79	67	64	63.7	14	15	19	16	15	19	20	20			
Medicacion 30	69	51	81	77	70	73	64	56	50	59	63	20	20	20	15	15	15	15	15			
Medicacion 31	66	65	59	68	76	78	58	78	59	76	68.3	21	21	21	15	21	17	19	19			
Medicacion 32	68	59	67	72	52	64	75	57	59	51	62.4	16	19	21	12	15	20	18	18			
Medicacion 33	59	60	55	73	55	73	52	52	55	60	59.4	17	17	20	14	16	14	15	16			

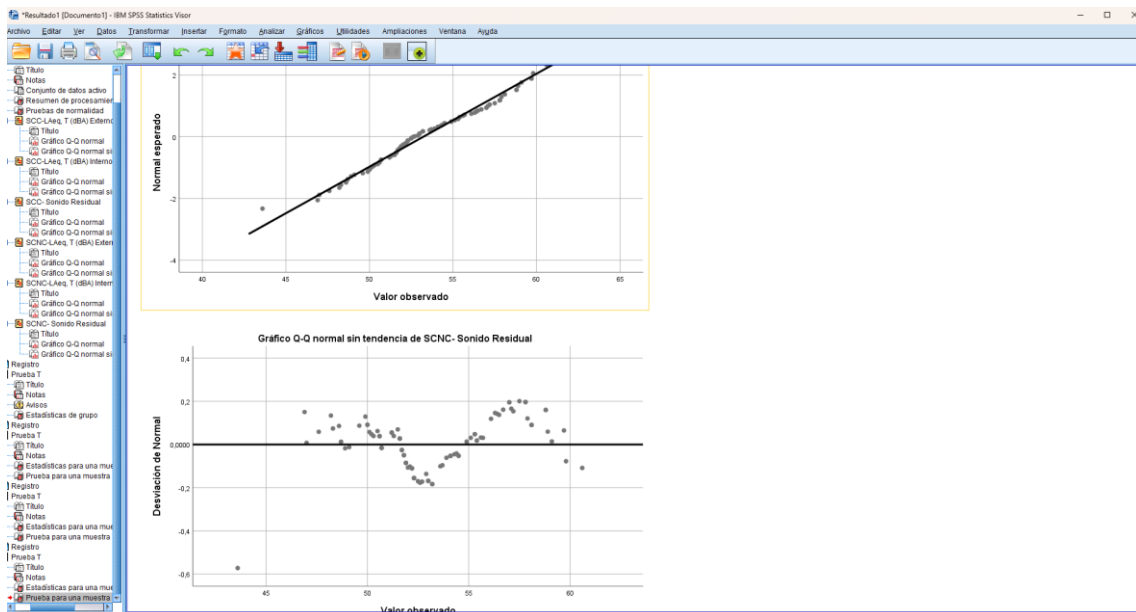
Tabla de datos sistema constructivo convencional											L _{eq} , T (dBA) Interno (10 muestras)											Sonido residual
1	69	78	64.7	21	13	17	14	15	19	15	20	13	14	16.1	48.6							
2	79	62	65.1	20	16	17	20	14	16	20	13	15	17	17	48.1							
3	77	58	66.1	15	15	15	19	15	15	14	18	16	16	15.5	52.4							
4	50	69	68.5	20	14	20	19	15	16	18	20	18	19	17.9	50.6							
5	69	78	71.2	21	18	15	18	20	20	13	16	21	15	17.7	53.5							
6	79	70	66.7	20	17	13	16	19	13	21	15	13	18	16.1	50.6							
7	66	55	62.7	20	19	15	16	15	16	18	16	20	13	16.6	45.8							
8	69	79	63.9	14	16	15	14	13	12	13	18	15	14	15	48.9							
9	78	55	68.5	12	18	19	17	16	19	16	21	21	14	17.3	51.2							
10	80	75	65	20	13	18	12	14	19	12	12	20	20	18	49							
11	53	56	59.9	12	13	19	19	21	15	13	21	20	16	16.9	43							
12	58	57	62	16	20	13	20	19	17	21	12	20	19	17.7	44.3							
13	65	73	64.4	19	18	18	21	14	16	21	20	21	12	18	46.4							
14	74	64	67.2	12	16	15	20	19	19	17	18	15	19	17	50.2							
15	76	71	63	18	17	17	13	15	19	19	15	12	16	16	47							
16	61	55	64	13	20	17	19	16	19	19	21	15	16	17.5	46.5							
17	63	52	67.3	18	18	12	17	13	13	17	14	17	12	15.1	52.2							
18	79	65	67.3	20	13	16	12	18	13	20	15	17	18	16.2	51.1							
19	62	60	71.1	19	21	19	19	19	12	18	12	13	17	17.1	54							
20	68	78	69.5	19	20	19	20	13	16	18	13	16	21	17.5	52							
21	58	59	61.6	15	13	15	16	16	14	21	20	18	18	16.6	45							
22	65	69	63.7	13	17	12	16	17	19	21	19	16	18	16.8	46.9							
23	63	66	65	16	16	18	21	12	20	19	17	17	13	16.9	48.1							
24	68	75	66.3	14	16	15	18	18	16	14	15	12	15	15.3	51							
25	74	59	61.9	17	16	16	12	20	17	16	14	18	20	16.6	45.3							
26	65	75	69.2	18	16	13	14	20	15	15	13	15	15	15.4	53.8							
27	73	73	68.6	16	16	15	14	12	12	15	21	14	16	15.9	52.7							
28	56	54	61.4	19	13	14	15	15	15	18	21	18	21	17.5	43.9							
29	79	67	63.7	15	19	16	16	15	19	20	21	12	19	17.2	46.5							
30	50	59	63	20	20	21	20	15	15	15	18	20	13	17.7	45.3							
31	58	78	68.5	21	17	13	15	21	17	19	20	18	14	16.3	50							
32	59	51	62.4	16	19	21	12	15	20	13	12	13	12	16.2	46.2							
33	55	60	59.4	17	20	14	21	14	15	16	15	18	15	16.5	42.9							

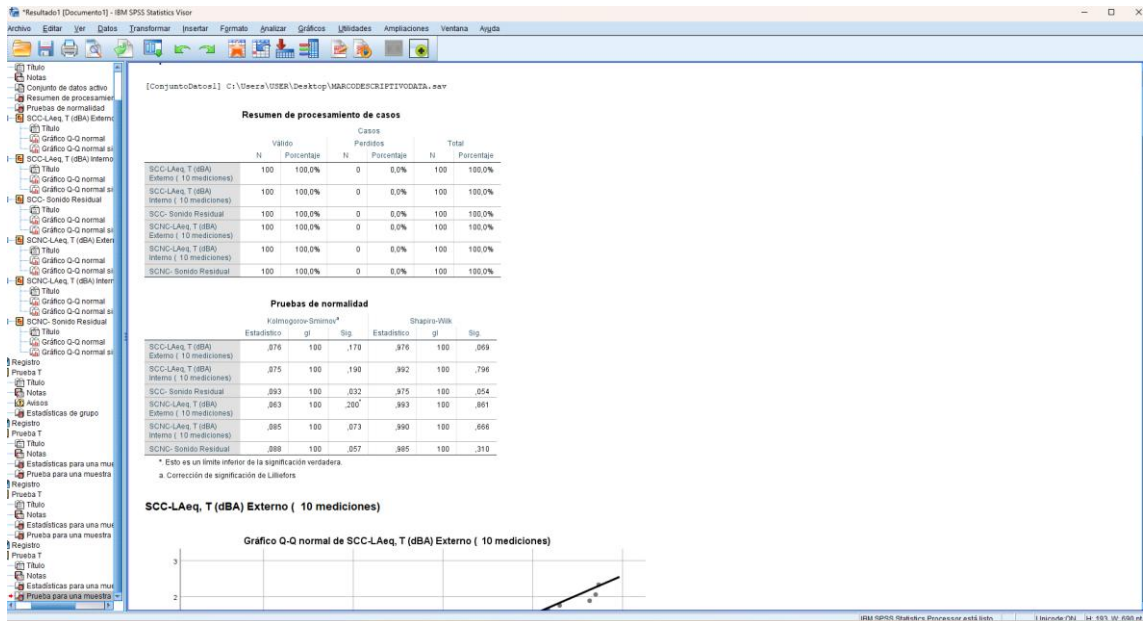
1 toma de datos cada 10 min											Tabla de datos sistema constructivo no convencional											
											L _{eq} , T (dBA) Externo (10 muestras)											
Medicacion 1	79	77	79	63	58	55	79	52	73	54	66.9	23	17	10	8	24	18	25	25			
Medicacion 2	76	79	58	82	85	78	84	74	61	53	72.1	17	22	16	23	9	5	5	5			
Medicacion 3	75	56	84	70	71	57	56	64	67	62	66.2	15	13	21	19	16	24	16	16			
Medicacion 4	66	71	61	69	77	70	81	56	55	70	67.6	13	21	19	23	13	7	8	8			
Medicacion 5	84	64	75	81	57	77	85	65	68	83	73.9	9	9	7	24	21	16	17	17			
Medicacion 6	67	54	82	80	58	56	79	52	77	73	66.7	23	13	7	11	20	20	5	5			
Medicacion 7	64	59	67	58	69	55	65	61	54	59	61.1	11	6	25	7	24	21	19	19			
Medicacion 8	67	83	83	63	59	69	76	85	63	53	70.1	9	9	17	20	6	10	10	10			
Medicacion 9	64	58	52	58	83	82	57	69	83	59	66.5	17	12	22	23	19	9	10	10			
Medicacion 10	76	74	84	58	79	55	52	79	68	54	67	18	10	7	15	14	9	14	22			
Medicacion 11	53	61	78	74	68	70	58	83	79	72	68.7	22	12	20	21	11	7	11	11			
Medicacion 12	64	74	57	52	82	83	67	64	58	73	65.4	14	11	20	12	7	5	24	24			
Medicacion 13	84	61	64	68	53	67	76	57	55	79	66.4	14	25	21	11	9	11	8	8			
Medicacion 14	85	74	60	56	58	69	83	81	62	56	69.5	19	21	14	6	21	14	7	7			
Medicacion 15	62	71	83	69	83	70	54	78	81	57	70.8	21	19	21	19	14	17	7	7			
Medicacion 16	65	60	72	53	78	70	80	55	83	65	70.1	8	23	19	13	15	16	8	8			
Medicacion 17	52	55	55	55	81	62	52	76	85	73	65.6	22	15	10	6	20	16	6	6			
Medicacion 18	64	63	63	89	81	62	53	65	62	76	66.9	15	25	9	14	13	17	25	25			
Medicacion 19	80	83	63	75	58	74	68	54	56	79	71	17	17	12	21	5	19	12	12			
Medicacion 20	68	63	63	78	75	81	74	84	85													

	Tabla de datos sistema constructivo no convencional														L _{eq} , T (dB) Interno (10 muestras)	Sonido residual
071	66.9	23	17	10	8	24	18	25	6	14	17	16.2	50.7			
081	72.1	17	22	16	23	9	5	19	11	13	14	15.3	58.1			
091	66.2	15	13	21	19	16	24	16	9	18	12	16.3	49.9			
101	67.6	13	21	10	23	13	7	8	6	7	23	13.1	54.5			
111	73.9	9	9	7	24	21	16	17	10	24	24	16.1	57.8			
121	66.9	23	13	7	11	20	20	5	11	7	15	13.2	53.7			
131	61.1	11	6	25	7	24	21	19	14	5	10	14.2	46.9			
141	70.1	9	17	20	6	10	10	7	16	16	12	12	58.1			
151	66.5	17	12	22	23	19	9	10	13	12	9	14.6	51.9			
161	67	18	10	7	15	9	14	22	8	17	20	14	53			
171	68.7	22	12	20	21	11	7	11	17	20	5	14.6	54.1			
181	65.4	14	11	20	12	7	5	24	9	12	10	12.4	53			
191	66.4	14	25	21	11	9	11	8	19	5	24	14.7	51.7			
201	69.5	19	21	14	6	21	14	7	10	17	5	13.4	56.1			
211	70.8	21	19	20	11	18	14	7	19	13	15	16.3	54.3			
221	70.1	8	23	10	13	15	16	8	15	9	19	13.6	56.5			
231	65.6	22	15	10	6	20	16	6	6	15	15	13.1	52.5			
241	66.9	15	25	9	14	13	17	25	14	16	16	16.4	56.4			
251	69.8	13	17	12	21	5	19	12	17	7	21	14.4	55.4			
261	74.4	24	10	5	14	14	23	15	19	14	8	14.6	59.8			
271	67.4	11	9	21	5	16	22	11	14	19	23	15.1	52.3			
281	68.7	10	20	15	11	19	22	19	21	18	20	17	51.7			
291	68.8	20	20	20	15	13	23	15	16	18	14	17.5	51.3			
301	66.9	11	17	7	14	18	7	9	22	6	9	12	54.9			
311	71.8	18	13	12	17	12	15	16	15	22	6	14.6	57.2			
321	74.2	15	21	12	7	12	12	20	24	14	23	15.3	58.9			
331	63.6	12	11	24	10	14	3	16	25	12	24	15.3	48.3			
341	70.7	25	8	18	11	6	7	7	10	20	7	11.9	58.8			
351	65.6	10	5	19	16	22	16	13	22	24	2	16.9	48.7			
361	63.9	11	10	13	23	15	10	16	7	6	9	11.9	52			
371	68.2	17	9	13	9	9	8	16	10	19	14	13.7	54.5			
381	72.8	19	16	23	21	24	24	19	17	9	15	18.7	54.1			

• SPSS v 25

Table with 12 variables: SCC1, SCC2, SCC3, SCNC1, SCNC2, SCNC3, SCCEstier, SCCIntener, SCCResidual, SCNCEstier, SCNCIntener, SCNCResidual. The table contains 38 rows of numerical data.





UNIVERSIDAD INTERAMERICANA
PARA EL DESARROLLO