UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACION

PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE ARQUITECTO

TEMA

DISEÑO DE PANELES TERMOACUSTICO A BASE DE LAS PROPIEDADES DE CASCARA DE PIÑA PARA MAMPOSTERIAS INTERNAS CON ENFOQUE SUSTENTABLE

TUTORA

PhD. GABRIELA CATHERINE VEGA GUIRACOCHA

AUTOR

VICTOR MANUEL BAILON PILLASAGUA

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Diseño de Paneles Termoacústico a base de las Propiedades de la cáscara de piña para mamposterías internas con enfoque sustentable.	
AUTOR: Bailón Pillasagua Víctor Manuel	**TUTORA:** PhD. Gabriela Catherine Vega Guiracocha
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	**Grado obtenido:** Arquitecto
FACULTAD: Ingeniería, Industria y Construcción	**CARRERA:** Arquitectura
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2025	**N. DE PÁGS:** 83
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Contaminación sonora **–** Ingeniería térmica – Energía térmica	
RESUMEN: El siguiente proyecto se trata sobre el proceso de elaboración de un panel termoacústico a base de Cascara de Piña diseñadas para reducir la contaminación sonora en diversos espacios, utilizando materiales fonoabsorbentes que controlan la reverberación y la propagación del sonido, mejorando así el confort auditivo. Además, desde la perspectiva de la ingeniería térmica, muchos de estos paneles también funcionan como aislantes térmicos, ayudando a mantener la temperatura interna y reduciendo el consumo de energía térmica. Esta doble función no solo optimiza la eficiencia energética, sino que también promueve la sostenibilidad, convirtiendo a los paneles acústicos en una opción integral para el diseño de edificaciones modernas y sostenibles. Por lo cual se singulariza por poseer características mecánicas mayores tratamiento naturales, combinándolas con materiales térmico y acústico como: yeso, lana de roca, espuma poliuretano ya que este es un aditivo que permite la compactación ideal para someter a las respectivas pruebas tanto de absorción de agua, resistencia al calor, y al ensayo de flexión.	

N. DE REGISTRO (en base de datos):	**N. DE CLASIFICACIÓN:**	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI X	NO
CONTACTO CON AUTOR	Teléfono:	E-mail: vbailonp@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	**PhD. Marcial Sebastián Calero Amores** Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: **mcaleroa@ulvr.edu.ec** **Decano** **Mgrt. Fernando Nicolas Peñaherrera Mayorga** Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 242 E-mail: **fpenaherreram@ulvr.edu.ec** **Director**	

CERTIFICADO DE SIMILTUD

TRABAJO DE TITULACIÓN

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	4%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	2%
2	www.scielo.org.co Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil Trabajo del estudiante	1%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Activo		

Firmado electrónicamente por:

GABRIELA CATHERINE VEGA GUIRACOCHA

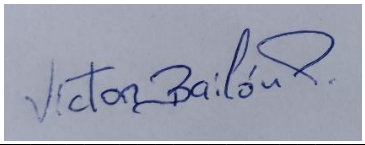
DECLARACION DE AUDITORIA Y CESION DE

DERECHOS PATRIMONIALES

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar Diseño de paneles termoacústico a base de las propiedades de la cascara de piña para mamposterías interna con enfoque sustentable.

Autor



FIRMA: _____

VICTOR MANUEL BAILON PILLASAGUA

C.I. 0927626697

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de tutor del proyecto de investigación diseño de paneles termoacústicos a base de las propiedades de la cascara de piña para mamposterías internas con enfoque sustentable, designada por el consejo directivo de la facultad de arquitectura de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Elaboración de paneles decorativos interiores a partir de los residuos de la piña para viviendas de interés social, presentado por el estudiante Víctor Manuel Bailón Pillasagua como requisito previo, para optar al título de Arquitecto, encontrándose apto para su sustentación.

Firmado electrónicamente por:

GABRIELA CATHERINE VEGA GUIRACOCHA

FIRMA:_____

PhD. Gabriela Catherine Vega Guiracocha

Nombres y Apellidos del Tutor

C.C. 0924347495

AGRADECIMIENTO

De corazón en agradecimiento primero a Dios, por darme sabiduría que me guía cada día para desarrollar esta Investigación innovada.

A mi papa que me tuvo confianza en mi desarrollo académico en consejos sabios y aliento de lucha ayudándome crecer profesionalmente que desde el cielo me de lucha en seguir mi sueño.

A mi madre que me ha dado la vida y me ha enseñado el caminar junto a mi padre para brindar lo mejor en su cuidado con mis hermanos en el hogar, ayudándonos en casa en dándonos confianza y orando para que se pueda llegar a la meta.

A mis maestros que me enseñaron y me han instruido en este camino para alcanzar mi objetivo en mi vida profesional.

A todos que han estado conmigo en el paso de estudios, de trabajos y amigos de donde me conocen siempre y dónde me han dado ánimos antes y después de mi caída; me han enseñado que Dios nos tiene aún un propósito en la vida es llegar al éxito con humildad donde vaya de todo corazón se lo agradezco siempre, muchas gracias.

DEDICATORIA

Se la dedico a Dios, pero sobre todo a mi héroe que me ha enseñado a levantarme siempre a pesar de caídas se me presente en sus consejos.

Mi Padre Isacio Víctor Bailón Alarcón.

RESUMEN

El siguiente proyecto se trata sobre el proceso de elaboración de un panel termoacústico a base de cascara de piña diseñadas para reducir la contaminación sonora en diversos espacios, utilizando materiales fonoabsorbentes que controlan la reverberación y la propagación del sonido, mejorando así el confort auditivo. Además, desde la perspectiva de la ingeniería térmica, muchos de estos paneles también funcionan como aislantes térmicos, ayudando a mantener la temperatura interna y reduciendo el consumo de energía térmica. Esta doble función no solo optimiza la eficiencia energética, sino que también promueve la sostenibilidad, convirtiendo a los paneles acústicos en una opción integral para el diseño de edificaciones modernas y sostenibles. Por lo cual se singulariza por poseer características mecánicas mayores tratamiento naturales, combinándolas con materiales térmico y acústico como: yeso, lana de roca, espuma poliuretano ya que este es un aditivo que permite la compactación ideal para someter a las respectivas pruebas tanto de absorción de agua, resistencia al calor, y al ensayo de flexión.

Contaminación sonora **–** Ingeniería térmica – Energía térmica

ABSTRACT

The following project focuses on the development process of a thermoacoustic panel based on pineapple peel, designed to reduce noise pollution in various spaces. It uses sound-absorbing materials that control reverberation and sound propagation, thus improving auditory comfort. Furthermore, from a thermal engineering perspective, many of these panels also function as thermal insulators, helping to maintain internal temperature and reducing thermal energy consumption. This dual function not only optimizes energy efficiency but also promotes sustainability, making acoustic panels an integral option for the design of modern and sustainable buildings. Therefore, they are unique for having greater mechanical characteristics than natural treatment, combining them with thermal and acoustic materials such as gypsum, rock wool, and polyurethane foam, since this additive allows for ideal compaction for subjecting them to the respective tests for water absorption, heat resistance, and flexural strength.

Noise pollution – Thermal engineering – Thermal energy

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 3
1.1 Tema 3
1.2 Planteamiento del Problema 3
1.3 Formulación del Problema 4
1.4 Sistematización del Problema 4
1.5 Objetivo General 4
1.6 Objetivos Específicos 4
1.7 Justificación 5
1.8 Delimitación 5
1.9 Hipótesis 6
1.10 Línea de Investigación 6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 7
2.1 Marco Teórico 7
2.2 Antecedentes del Problema 7
2.3 Teorías que utilizaría 15
2.4 Referencias ULVR disponible 16
2.5 Modelos o experiencias análogas 17
2.5.1 Analogías Individuales 18
2.5.2 Comparación de criterios análogos 26
2.6 Marco Legal 29
2.6.1 Normativas de Calidad 29
2.6.2 Legislación Ambiental 29
2.6.3 Normas de seguridad y Salud 30
CAPÍTULO III MARCO METODOLOGICO 31
3.1 Enfoque de la Investigación 31

3.2 Alcance de la Investigación 31
3.3 Técnicas e instrumentos para obtener los datos 32
3.3.1 Propiedades Mecánicas: 32
3.3.2 Instrumentos y Equipos: 41
3.3.3 Consideraciones Adicionales 42
3.4 Población y muestra 42
3.4.1 Procedimiento Técnico 44
3.4.2 Preparación de Materia Prima 44
3.4.3 Formulación y Mezcla 45
3.4.4 Moldeado y curado 46
CAPÍTULO IV PROPUESTA 47
4.1 Presupuesto de Paneles Termoacústico 47
4.1.1 Introducción 47
4.1.2 Elaboración del Panel 48
4.1.3 Costo de Materiales 48
4.2 Proceso de Fabricación 48
4.3 Instalación de Panel 49
4.3.1 Materiales y Herramientas 49
4.3.2 Costo de Instalación 49
4.3.3 Procedimiento de Instalación 49
4.4 Costo Total Estimado 49
4.5 Notificación del Presupuesto 50
4.6 Elaboración de los prototipos 50
4.7 Presentación y Análisis de Resultados 53
4.8 Presentación de Elaboración del prototipo 53
4.8.1 Proceso de Elaboración de Prototipos 53
4.9 Manual de Instalación 54

4.9.1 Composición y uso 54
4.9.2 Estándares dimensionales 54
4.10 Características Generales..... 55
4.10.1 Calidad del aislante 55
4.10.2 Comportamiento al Fuego 55
4.11 Luces Admisibles, Transmisión Térmica y Peso Unitario 56
4.12 Tolerancias Dimensionales 56
4.13 Fijaciones..... 56
4.13.1 Tipos de fijaciones para el panel 57
4.14 Almacenamiento y Traslados en Obra 58
4.15 Descarga del Material 59
4.15.1 Descarga Manual 59
4.16 Instrucciones para el Montaje 60
4.16.1 Preliminares 60
CONCLUSION..... 62
RECOMENDACIÓN 63
REFERENCIAS..... 64

Índice de Tablas

Tabla 1 Línea de investigación de la institución 6
Tabla 2 Ensayo de Humedad de las probetas 38
Tabla 3 Ensayo Sonora de las probetas 43
Tabla 4 Presupuesto de materiales para paneles termoacústicos. 48
Tabla 5 Presupuesto de instalación de paneles termoacústicos en Sitio 49
Tabla 6 Presupuesto total estimado de instalación 49
Tabla 7 Dosificación de la probeta I en seco 50
Tabla 8 Dosificación de la probeta II en seco 51
Tabla 9 Dosificación de la probeta III en seco 51
Tabla 10 Dosificación de la probeta IV en seco 52

Índice de Figuras

Figura 1 Panel elaborado con yeso y poliuretano a base de cáscara de piña (Ensayo Flexión) 32
Figura 2 Panel elaborado con poliuretano a base de cáscara de piña (Ensayo Flexión) 32
Figura 3 Panel elaborado con yeso y resina a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Flexión) 33
Figura 4 Panel elaborado con yeso a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Flexión). 33
Figura 5 Panel elaborado con yeso y poliuretano a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Compresión)..... 33
Figura 6 Panel elaborado con Poliuretano a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Compresión)..... 34
Figura 7 Panel elaborado con yeso y resina a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Comprensión)..... 34
Figura 8 Panel elaborado con Yeso a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Compresión) 34
Figura 9 Parámetros del ensayo de flexión de las probetas..... 35
Figura 10 Parámetros del ensayo de comprensión de las probetas..... 35
Figura 11 Panel elaborado con poliuretano a base de cascara de piña (Ensayo de Humedad) 36
Figura 12 Panel elaborado con poliuretano y yeso a base de cascara de piña (Ensayo de Humedad) 36
Figura 13 Panel elaborado con yeso a base de cascara de piña (Ensayo de Humedad) 37
Figura 14 Panel elaborado con yeso y resina a base de cáscara de piña (Ensayo de Humedad) 37
Figura 15 Ensayo de Humedad (Remojo de Paneles) 38
Figura 16 Ensayo de Humedad (Secado al ambiente)..... 38
F**igura 17** Ensayo de Humedad (Probetas y Materiales)..... 39
Figura 18 Panel elaborado con poliuretano y resina con base de cascara 39
Figura 19 Panel elaborado con poliuretano con base de cascara de piña (Ensayo Sonora) 39

Figura 20 Panel elaborado con yeso con base de cascara de piña (Ensayo Sonora) 40
Figura 21 Panel elaborado con yeso y resina con base de cascara de piña (Ensayo Sonora) 40
Figura 22 Panel MDF (Adicional - Ensayo Sonora) 41
Figura 23 Proceso de elaboración de probeta para paneles termoacústicos 43
Figura 24 Elaboración de probetas para paneles termoacústico 44
Figura 25 Muestreo del proceso con la materia prima 44
Figura 26 Render de panel termoacústico 45
Figura 27 Render isométrico de panel termoacústico 45
Figura 28 Probeta I 50
Figura 29 Probeta II 51
Figura 30 Probeta III 52
Figura 31 Probeta IV 52
Figura 32 Dimensión de panel acústico 54
Figura 33 Distribución de apoyos sugeridos ensayo de flexión y a compresión 55
Figura 34 Deformaciones por ensayo a compresión en las probetas 56
Figura 35 Fijaciones de perforaciones 57
Figura 36 Tornillo de fijaciones 57
Figura 37 Tornillo autorroscante 57
Figura 38 Izado con Maquinaria de las planchas de paneles termoacústicos 58
Figura 39 Izado manual con medidas seguridad de los paneles 59
Figura 40 Descarga manual con las medidas de seguridad de los paneles termoacústicos 60
Figura 41 Diseño de instalación de paneles termoacústicos in situ 60
Figura 42 Diseño de montaje y anclaje a cielo raso 61

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Panel sándwich insonorizado Tseason 18
Gráfico 2 Paneles y tableros de poliuretano..... 19
Gráfico 3 Paneles termoacústico con garbanzos y resinas fenólicas..... 20
Gráfico 4 Paneles termoacústicos a base de residuos de madera 21
Gráfico 5 Paneles aislantes celulosa con propiedades antifúngicas 22
Gráfico 6 Paneles a base de cartón y tapones de corcho reciclado..... 23
Gráfico 7 Paneles termoacústicos aplicados en estructuras en residenciales 24
Gráfico 8 Paneles Steel Framing 25
Gráfico 9 Diferencia en proyecto de Hotels in Denmark, Bodegón de Paraguay y Colegio Mayor 26
Gráfico 10 Diferencias en proyectos de: Universidad Nacional, Bucaramanga y Colegio Mayor 27
Gráfico 11 Diferencias en proyectos de: Residenciales y Vivienda Steel Framing.. 28

INTRODUCCIÓN

En este proyecto se basa del proceso de diseño de paneles termoacústico a base de las propiedades de la cáscara de piña para mamposterías internas con enfoque sustentable con materia prima que es cascara de piña, sin embargo, poseer características en el funcionamiento de los materiales bajo impacto ambiental, combinación de yeso, lana de roca y/o espuma poliuretano con aditivos naturales para dar mejor compactación ideal.

Este proyecto es para brindar mejorar la distribución en la colocación y funcionalidad de las mamposterías internas y brindar la exigencia del mercado con materiales agradable al medio ambiente en mitigar los impactos ambientales en los agroindustriales para dar garantizar un componente ecológico bajo la aglomeración de insectos y procesos de descomposición.

Realizando siguiente análisis de los componentes indicados en los paneles termoacústicos sin infringir sustancia dañina de la materia prima que es la cascara de piña, Dando una objeción de mejor resultado un panel eficiente para la resistencia de diferentes fenómenos físicos de los estándares recomendados en su función.

Primer capítulo en generalidad se da explicación del tema, problemática dada del proyecto, dando la justificación del problema y ciertos objetivos desarrollados que requiera lograr.

Segundo capítulo desenvolviéndose del marco teórico referencial, dado de los antecedentes en relación de este proyecto, características y propiedades de los componentes realizados de este panel termoacústico.

Tercer capítulo orientándose del enfoque mixto (cuantitativo), variables (cualitativo); desarrollo de investigación de tipo experimental.

Cuarto capítulo en el desarrollo de la propuesta representativa en solución del panel termoacústico.

Quinto capítulo en la composición de manual de instalación para cumplir normativas de ejecución en sitio.

CAPÍTULO I
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

Diseño de paneles termoacústico a base de las propiedades de la cáscara de piña para mamposterías internas con enfoque sustentable.

1.2 Planteamiento del Problema

Torres (2019) En la actualidad se presenta déficit preocupación energética y eficiencia en los espacios de descansos y confort que se habita en los hogares con temperaturas elevadas según las regiones establecidas en los estudios del impacto ambiental se ha elaborado sin cesar en las soluciones sustentables en la construcción; Para hacer esta mejora en las propiedades termoacústica en ambientes muy transitable de los hogares es desafío muy importante en la fabricación de paneles aislantes que ayude a mitigar la acústicas innecesarias que presenta daños ambientales como en la salud quien habita en el lugar, dando así en esta mejora también conservar la temperatura confortable en las personas adecuada al gusto del cliente.

En el mercado la comercialización de los materiales tradicionales aislantes con propiedades termoacústicas tiene precios excesivos y habitualmente tienden a generar grandes impactos negativos hacia al medio ambiente. En cambio, con los materiales de este proyecto de origen natural a través de la reutilización de residuos de la cascara de piña, ofrece mejor calidad de textura interna y soluciona los impactos ambientales que generan el cambio climático; en grandes cantidades de residuos orgánicos, entre ellos, las cáscaras de piña, que representan aproximadamente el 30-40% del peso total de la fruta.

Estos residuos, si no se gestionan adecuadamente, terminan acumulándose en vertederos o siendo incinerados, lo que genera problemas ambientales como contaminación del suelo, emisiones de gases de efecto invernadero y desperdicio de recursos aprovechables. Múltiples ventajas tanto en el ámbito de la salud como en

aplicaciones tecnológicas. Gracias a estas características, especialmente sus propiedades aislantes térmicas y acústicas, este material puede ser aprovechado en la fabricación de componentes constructivos sostenibles.

En particular, estos paneles, destinados a sistemas de mampostería interna, actuarían como aislantes térmicos, favoreciendo la disminución de costos energéticos relacionados con el acondicionamiento ambiental, mejorando el confort térmico y promoviendo un uso más eficiente de la energía. Adicionalmente, su capacidad para reducir la reverberación sonora contribuye a optimizar el acondicionamiento acústico de los espacios y a minimizar los impactos negativos del ruido en el entorno.

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo afecta la implementación de paneles termoacústico a base de las propiedades de la cáscara de piña a nivel energético y medioambiental en las edificaciones de la ciudad de guayaquil?

1.4 Sistematización del Problema

- ¿Cuál sería las Características principales para este panel termoacústicos?
- ¿Cuál es la factibilidad para desarrollar con la Cascara de Piña?
- ¿Con que método se elabora este panel ecológico?
- ¿El desarrollo de este material será ambientalmente sostenible y competitivo en términos de costos frente a las opciones disponibles en el mercado?
- ¿Cuáles son las propiedades del panel?

1.5 Objetivo General

Diseñar paneles termoacústicos a base de las propiedades de la cáscara de piña para mamposterías internas en la ciudad de Guayaquil que optimice la operatividad, funcionalidad, rendimiento y sostenibilidad de la solución constructiva.

1.6 Objetivos Específicos

- Evaluar las características específicas de paneles termoacústicos actuales determinando los materiales.

- Establecer las dosificaciones para la conformación de los paneles que optimicen su resistencia.
- Determinar las características térmicas y acústicas que tienen los paneles en base a la dosificación establecida.
- Desarrollar manual de montaje de los paneles termoacústicos en mamposterías interiores en desarrollo de Probetas con sus análisis de pruebas mecánicas y a su vez en desarrollo de planos de Instalación con su respectivos renderizados y recorrido virtual.

1.7 Justificación

En este proyecto se aprovecha los recursos subutilizados para generar material innovador, sostenible y funcional que corresponde a las demandas de las industrias de construcción tradicional.

En combinación la eficiencia sustentable y reducción de costos, los paneles termoacústicos a base de la cascara de piña representan una solución integral de las mamposterías internas mejorando el confort en los ambientes comprometidos en la funcionalidad.

Regulación en mejorar la calidad de los paneles de materiales orgánicos de construcciones ecológicos.

1.8 Delimitación

Campo: Educación superior – Tercer nivel

Área: Arquitectura

Aspecto: Investigación experimental descriptiva, cuantitativa y documental.

Tema: Diseño de paneles termoacústico a base de las propiedades de la cáscara de piña para mamposterías internas con enfoque sustentable.

Delimitación espacial: Ciudad de Guayaquil - Ecuador

Delimitación temporal: 2025

1.9 Hipótesis

Los paneles termoacústicos a base de la cáscara de piña para mamposterías internas mejoraran los servicios de la calidad acústica y térmica en las paredes de división interior.

1.10 Línea de Investigación

Tabla 1 Línea de investigación de la institución

LINEA DE INVESTIGACION		
ULVR	**FIIC**	**Sublínea**
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	**1.** Materiales de Construcción	A. Materiales Innovadores en la construcción

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte (2025)

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico

Estableciendo una solución innovadora en la construcción para mejorar el aislamiento termoacústico de diversas estructuras; sin embargo, su instalación y desempeño presentan desafíos que tiende a afectar su eficiencia y viabilidad a largo plazo.

Para radicar este déficit de problema se basa en la resistencia puede comprometer su durabilidad y desempeño en este panel termoacústico con base de piña para generar variabilidad en su calidad y desempeño en sus diferentes entornos; bajo mantenimiento de estos paneles es brindar mejor seguridad que son biodegradables para mitigar problemas de sostenibilidad para desempeñar una alternativa eficiente para mejorar la confortabilidad en las divisiones internas de las viviendas para optimizar y minimizar su impacto ambiental.

2.2 Antecedentes del Problema

A lo largo de su existencia se ha buscado refugios que sea protegido tanto de las inclemencias del clima como de posibles amenazas, y motivada por necesidad de resguardo, ha desarrollado diversas formas de vivienda: frescas chozas en regiones desérticas, castillos robustos durante la época medieval, cabañas hechas de madera, entre otras. A lo largo de la historia, el ser humano ha empleado materiales como la paja, la madera, la piedra y la arcilla, adaptándolos ingeniosamente a sus requerimientos y al entorno disponible. (Aldaz, 2018)

En su análisis para aplicar en las construcciones habitacionales, ya sea en residencias o viviendas ubicadas en zonas geográficas con temperaturas extremas o en áreas expuestas a altos niveles de contaminación acústica. Constituyen una solución eficaz para la optimización sostenible de recursos, impactando positivamente en las condiciones ergonómicas y habitacionales de la población. Se analizarán los

parámetros obtenidos en cuanto a aislamiento termoacústico, fundamentados en la sistematización de datos recopilados de múltiples proyectos.

Además, se evaluarán los costos y tiempos asociados tanto a los sistemas tradicionales de cubiertas como al sistema termoacústico. (Montoya, 2018)

Este texto aborda de manera sistemática la implementación del sistema (Roofing Systemn) para la cobertura de techos, tomando como referencia su aplicación durante la primera etapa de remodelación del aeropuerto internacional Jorge Chávez, un proyecto ejecutado en un plazo de siete meses. Este sistema de techado se destaca por sus propiedades de aislamiento térmico y acústico, reduciendo significativamente la transferencia de calor y ruido exterior, además de proporcionar impermeabilización para evitar filtraciones hacia los niveles inferiores. (Retamozo, 2005)

En Ecuador, se genera una significativa cantidad de cascarilla de arroz, de la cual solo se aprovecha el 35%. Paralelamente, las empresas productoras de paneles de poliisocianurato generan residuos que impactan negativamente al medio ambiente. Con el fin de mitigar este problema, se planteó el diseño de paneles termoacústicos que integren ambos residuos, evaluando sus propiedades térmicas, mecánicas y acústicas para determinar la viabilidad técnica del proyecto y reducir el impacto ambiental. (Menendez, 2023)

Se centra en el desarrollo de un incompuesto elaborado a partir de residuos agroindustriales y micelio de hongos, destinado a su uso en arquitectura de interiores como una alternativa sostenible a las espumas poliméricas. Se diseñaron tres geometrías distintas del biocompuesto, sintetizado con la cepa de micelio de hongo (trametes sanguínea) y cascarilla de arroz gruesa como sustrato. Las muestras obtenidas se sometieron a pruebas comparativas con recubrimientos de concreto y acero galvanizado, además de evaluarse el biocompuesto en su estado natural. (Mendoza, 2023)

Las recicladoras se concentran principalmente en termoplásticos que son fáciles de reciclar y ofrecen alta rentabilidad económica, dejando de lado una gran cantidad de residuos plásticos. Por ello, se plantea utilizar estos desechos para desarrollar un material compuesto destinado a la fabricación de estacas plásticas, evaluando sus propiedades mecánicas. Durante la fase experimental, el material de relleno fue preparado para eliminar impurezas y humedad, garantizando una mejor compatibilidad en el proceso de fabricación. (Salazar, 2023)

La inadecuada gestión de residuos agroindustriales y la dependencia de plásticos de un solo uso en Ecuador han impulsado la búsqueda de alternativas para reciclar desechos agroindustriales y disminuir el uso de polímeros de origen virgen. En este contexto, se plantea el diseño de un biocompuesto polimérico elaborado a partir de residuos de café, con el propósito de reducir el consumo de polipropileno en la fabricación de bandejas de alimentos. (Coello, 2023)

Está dirigido principalmente al sector minero, considerando las condiciones específicas del entorno operativo y los factores climáticos a los que estará expuesto. Estos aspectos influyen directamente en las características y requerimientos de las construcciones. En este contexto, se propone implementar la construcción modular utilizando materiales que permitan acelerar el proceso constructivo, destacándose los paneles termoacústicos por su capacidad de aislamiento térmico y acústico. La construcción modular basada en estos paneles ofrece una amplia variedad de edificaciones, adaptadas tanto al uso previsto como al tiempo de operación en cada ubicación específica. (Ochoa, 2023)

El uso de polímeros sintéticos se ha extendido debido a su capacidad para resolver problemas relacionados con el aislamiento. No obstante, estos materiales presentan múltiples restricciones, dado que su formulación integra sustancias químicas con potencial impacto que pueden representar un riesgo tanto en la bioseguridad humana como en el equilibrio ecológico. Su degradación requiere largos periodos de tiempo, y su reciclaje resulta complejo y costoso. Al finalizar su vida útil,

la mayoría de estos polímeros se convierten en residuos permanentes que impactan negativamente los entornos climáticos donde se acumulan. (Martinez, 2021)

Se presenta el desarrollo de un panel prefabricado elaborado con materiales sostenibles, utilizando recursos locales como la caña guadua y el aserrín, unidos mediante un adhesivo vinílico monocomponente. Gracias a su resistencia, versatilidad, durabilidad, y facilidad de obtención y manejo, este producto se posiciona como una solución ideal para la construcción de viviendas de diversos niveles sociales, contribuyendo a reducir el déficit habitacional que afecta al cantón Jama. (Aguilar, 2019)

Se centró en la creación de un modelo funcional de panel termoacústico fabricado a partir de desechos plásticos y textiles, diseñado para ofrecer un rendimiento térmico y acústico eficiente, equiparable al de productos similares en el mercado. Este desarrollo está orientado a su uso en viviendas de la ciudad de Barranquilla y responde al desafío global de romper con las prácticas tradicionales, promoviendo acciones sostenibles que reduzcan el impacto ambiental. El enfoque principal es la gestión responsable de residuos, enfatizando la reutilización de materiales con el objetivo de disminuir significativamente el consumo excesivo de recursos naturales. (Pinilla, 2021)

Se aborda el diseño de una envolvente hermética y de aislamiento termoacústicas, direccionado a las viviendas modulares de bajo rendimiento de eficiencia energética optimizada. Este desarrollo complementa la propiedad intelectual del “sistema de panel modular de aluminio extrusionado para envolventes estructurales ventiladas aprovechando de la energía solar”. La propuesta contempla la validación del cumplimiento de las normativas vigentes para infraestructuras habitables, asegurando que los componentes diseñados satisfagan los requisitos del aislamiento termoacústico, hermeticidad y acción en la exposición del fuego. (Linhares, 2020)

Se contribuye al desarrollo de nuevos materiales termoacústicos mediante la caracterización mecánica y térmica de paneles tipo sándwich y sus componentes, elaborados a partir de residuos de fibra de coco. Además, se llevó a cabo una caracterización acústica de diversos materiales, incluyendo tableros sólidos de polvillo de coco y resina urea-formaldehído (UF), estructuras de fibra de coco no tejida con látex natural, y paneles tipo sándwich de grosor variable, con núcleos de material no tejido de fibra de coco y recubrimientos de tableros de polvillo o escayola. (Simbaña, 2018)

En un modelo de economía lineal, donde, al final de su vida útil, no tendrá posibilidad de reusar o volver ser renovable. En esta tipología también incluye elementos constructivos aplicados para crear confort en los hogares, como los productos decorativos, que, aunque han cambiado con el tiempo, muchos de los que están disponibles en el sector constructivo, integran materiales no reciclables de alta persistencia y difícil de su deterioro. y que no ofrecen más beneficios que los iniciales. Un ejemplo de esto son revestimientos con buenos acabados, que se limitan a una función estética; propone un nuevo enfoque para los paneles 3D, no solo como elementos decorativos, sino también con una función termoacústica para mejorar el confort en el hogar sin añadir peso adicional a la estructura. Esto se logra gracias a su ligereza, además de incorporar un enfoque ecológico que se aleja de los materiales convencionales. (Lagos, 2022)

En lugar de los materiales tradicionales, se propone el uso de botellas polyethylene terephthalate (PET) trituradas y transformadas en paneles, los cuales ayudarán a reducir los ruidos en las edificaciones y a mantener una temperatura adecuada en su interior. (Lopez, 2021)

Se han impulsado la búsqueda de soluciones vanguardistas, como el empleo de materiales de origen natural. En este contexto, nacen los biocomponentes, que, debido a su composición mayormente orgánica, permiten que los residuos generados puedan reincorporarse de manera natural al medio ambiente. El micelio de hongos es

un material poco explorado en Colombia, pero ha sido probado por micólogos estadounidenses como un material extremadamente resistente y flexible. Mediante un proceso específico, que incluye su cultivo en un sustrato adecuado y su posterior exposición de temperaturas excesivas para inhibir su proliferación, se obtiene un producto que sirve como materia prima para la creación de paneles, bloques, muebles y otros elementos que pueden ser utilizados en el ámbito de la arquitectura. (Ruiz, 2023)

En explorar el uso del caucho reciclado para la fabricación de planchas hidro-termoacústicas en la ciudad de Arequipa, región Arequipa, dado que solo un pequeño porcentaje de este material es reutilizado aprovechando sus propiedades químicas y físicas. Entre los usos comerciales del caucho reciclado se incluyen la venta de las mallas metálicas extraídas de neumáticos fuera de uso no Further use (NFU), el reencauchado para prolongar la vida útil de sus componentes, y el reciclaje en general, destacando el aprovechamiento de las propiedades del caucho para aplicaciones impermeables debido a su elasticidad. (Nuñez, 2023)

Para diseñar un material con propiedades acústicas y térmicas a partir de la cáscara de naranja, utilizando aglutinantes derivados de polímeros naturales. La investigación se lleva a cabo en tres fases: la primera explora temas como la sostenibilidad, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), las características de la industria frutícola nacional y las perspectivas futuras para el desarrollo de nuevos materiales compuestos sostenibles. En la segunda etapa, se detalla el procedimiento constructivo experimental que incluye la integración de la materia prima, en la ficha técnica del material a través de pruebas normadas y validaciones mediante ensayos aplicados. (Lara, 2024)

Se propone un modelo de panel multifuncional tipo structural insulated panel (SIP), que actúa como muro de contención para viviendas, fabricado con materiales sostenibles orgánicos, como la guadua y cartón reutilizable. El panel está compuesto por dos tableros exteriores de oriented stand board (OSB) y un aislante intermedio de

cartón. En este estudio, se desarrollan dos modelos experimentales de panel SIP utilizando diferentes procesos de fabricación, los cuales se comparan y analizan frente a cuatro modelos comerciales a nivel mundial. Los paneles son simulados térmica y acústicamente bajo las condiciones climáticas y meteorológicas de la ciudad de Pereira (Armenia), con el objetivo de evaluar y comparar los resultados, demostrando la viabilidad y competitividad de la propuesta. Este estudio también busca servir como base para futuras investigaciones en la búsqueda de materiales más sostenibles para la construcción. (Londoño, 2018)

Las fibras vegetales no solo contribuyen a mejorar las propiedades mecánicas de los materiales de construcción, sino que también optimizan sus características térmicas y acústicas, todo ello a un costo relativamente bajo. Esta investigación tiene como objetivo analizar la orientación adecuada de las fibras de bagazo de caña y abacá en una matriz de cemento. Tras realizar los ensayos correspondientes, se busca evidenciar las propiedades térmicas y acústicas de los materiales obtenidos. (Aguirre, 2019)

Los materiales no tejidos presentan propiedades acústicas y térmicas similares a las de la lana de vidrio o lana de roca, que son comúnmente utilizados en aislamiento y acondicionamiento térmico y acústico. Estos productos se emplean principalmente en el control del ruido, para reducir el tiempo de reverberación en espacios y en el aislamiento de ruido aéreo como parte de un sistema multicapa. Debido a su baja resistencia mecánica, es común combinarlos con paneles o tableros perforados que proporcionan una superficie rígida, duradera y estética, y que además pueden mejorar el rendimiento acústico de la estructura. (Pedrero, 2008)

La investigación se llevó a cabo dentro de los parámetros establecidos por varios autores sobre los materiales seleccionados, que son el yeso y el polyethylene terephthalate (PET). Se optó por el yeso debido a su larga trayectoria de uso, gracias a su facilidad de manejo y la versatilidad que ofrece para diferentes aplicaciones a lo largo del tiempo. (Ortiz, 2013)

Se incorpora, como núcleo del panel, múltiples capas de cartón corrugado recuperado de residuos sólidos urbanos (RSU). Los ensayos realizados demostraron que las capas sucesivas de cartón corrugado no contribuirían significativamente a la resistencia estructural cuando se combinan con dos placas de contrachapado fenólico en componentes sometidos a flexión. Sin embargo, los ensayos térmicos y acústicos destacaron un gran potencial de aislamiento en estas dos propiedades. Los resultados obtenidos abren la posibilidad de considerar este material desechado como una alternativa constructiva valiosa, capaz de reemplazar otros materiales tradicionales en la construcción. (Castillo, 2023)

Se indica en su investigación la evolución en los materiales de construcción utilizados como aislamientos térmicos para el funcionamiento de las paredes internas que permite definir y crear espacios confortables y sustentables.

En el ámbito de la construcción, los materiales ecológicos, como los aglomerados, se obtienen mediante la combinación de fibras orgánicas con productos químicos específicos. Esta interacción optimiza la reacción entre las partículas y los componentes orgánicos, mejorando su desempeño en aplicaciones constructivas sostenibles.

Entre las fibras vegetales, destacan aquellas con un alto potencial de aprovechamiento a nivel mundial, gracias a la diversidad de aplicaciones que se han identificado. Estas fibras, en particular, han demostrado ser útiles en la generación de energía térmica, promoviendo un uso eficiente de materiales orgánicos. (España, 2020)

En su evaluación de potencial de residuos desechados de la agroindustria se da en si los elementos compuestos en el desempeño satisfactorio en términos de resistencia y perdurabilidad.

El sistema termoacústico tiene como principal propósito mejorar el confort y la eficiencia en la zonificación de espacios, garantizando un ahorro sostenible tanto en términos económicos como energéticos. Este enfoque busca optimizar las condiciones de aislamiento térmico en los paneles utilizados en las viviendas, promoviendo beneficios como estabilidad emocional, una adecuada absorción acústica en el hogar y un mayor bienestar, contribuyendo así a un estilo de vida más saludable.

Las variaciones estacionales moderadas, propias de la ubicación geográfica, la ausencia de condiciones extremas favorece el desarrollo y la estabilidad de materiales ecológicos durante su proceso de producción. Esto permite aprovechar al máximo los recursos que ofrecen las tierras ecuatorianas, potenciando sus beneficios para la construcción sostenible. (Perez, 2015)

Busca el mejoramiento de calidad de vida que ofrecen los materiales según en los ambientes desarrollados, proporcionando ambientes más cómodos y agradables, libres de contaminación acústica como temperatura en su intercalado temporal.

Los paneles instalados en losas inferiores han evolucionado como una solución eficaz frente a las condiciones climáticas, incorporando aplicaciones tanto funcionales como decorativas en las viviendas. Estos paneles se ubican a cierta distancia del techo y, en sus inicios, se fabricaban con materiales como pieles de animales silvestres, combinaciones de barro, cal, y yeso. Ofrecen excelentes propiedades para la fabricación de paneles utilizados en tumbados y paredes falsas, proporcionando confort y un aislamiento termoacústico eficiente. (Lovato, 2019)

2.3 Teorías que utilizaría

En el sistema de construcción de cierta concepción racional, lo principal de la característica de esta estructura está constituida por perfiles fríos de acero galvanizados usados para combinar paneles aislantes térmico en estructurales y no estructurales para una gran rapidez de instalación en menor tiempo establecido.

Gracias a su componente liviano compuesto de materiales reciclable y componentes químicos que está integrado. (Samanho, 2020)

En la Remoción de la cascara de piña se ha estudiado el bajo índice de contaminantes orgánicos, inorgánicos y metálicos al ecosistema en renovar sus residuos que contiene resina natural, metileno, como absorbentes de colorantes que se efectúa en mejor en los costos de producción en la absorción de carbono activo comercial. (Barrera, 2018)

En diversa composición de mamposterías Internas su desarrollo de elementos de construcción varía de acuerdo de materiales que compone en termoaislantes, complementando en si ciertas características que se indica en solucionar la transmisión térmica en modelos adecuados en sus resistencias de los prototipos para disipar contaminantes en el área por realizar. (Santander, 2022)

2.4 Referencias ULVR disponible

Atribuidos en la sujeción a cargas horizontales generadas por el viento y desplazamientos sísmicos, como en las cargas verticales provenientes de entrepisos, cubiertas y otros elementos de panelería. En los montajes de paneles, en general las transmisiones de cargas verticales por conexión directa mediante elementos estructurales internos, seccionadas en condición de nivelados de uno a otro, generando entre si el concepto de estructura fija. Distribuyendo sus cargas en detalles de alineamiento entre elementos compuesto del panel. En caso de que no se puede lograr esta alineación, debe colocarse debajo del panel estructural, que actúa como viga en la distribución de cargas en manera homogénea para las cargas excéntrica. Los montados de paneles aislantes termoacústicos no son capaces de soportar las fuerzas horizontales que demanda la estructura., acontecido del caso del viento en movimiento. Estas cargas pueden generar una disminución en la estabilidad estructural, resultando en deformaciones hasta poder ir en colapso. (Framing, 2007)

2.5 Modelos o experiencias análogas

La importancia en su revisión de los materiales originados naturales en los vertederos de las Industrias de los residuos que son desperdiciados se usaría para garantizar el bien común dentro de la construcción amigable para el medio ambiente. De los componentes usados en los paneles Termoacústicos a base de otras plantas y debido a sus frutos como: el coco, bagazo de caña y cascara de arroz se usa sus fibras para generar aislamientos Térmicos para protección en sí mismo, entonces bajo investigación hay ventajas, desafíos y procesos de elaborar esta cascara de piña como método de protección.

En su presentación en los ahorros es posible la producción en aumento de la producción al usar como materia prima la cascara de piña para el proceso a los materiales que está compuesto interno y externo de los paneles termoacústicos procesados en menor proporción de su peso para mayor instalación.

Desde la perspectiva de los ahorros, la utilización de la cáscara de piña como materia prima podría significar una reducción significativa en los costos de producción de los paneles termoacústicos. Al aprovechar un residuo abundante y de bajo costo, se podría impulsar una mayor producción, haciendo que estos materiales sostenibles sean más accesibles para la industria de la construcción. Además, si la cáscara de piña, incluso en menor proporción de su peso, contribuye significativamente a las propiedades aislantes de los paneles, esto facilitaría su instalación al ser más ligeros, lo cual se traduce en eficiencia en los procesos constructivos.

Explorar a fondo las características de la fibra de la cáscara de piña, sus propiedades térmicas y acústicas, así como los métodos más eficientes para su procesamiento e incorporación en los paneles, podría abrir nuevas y emocionantes posibilidades para la construcción sostenible.

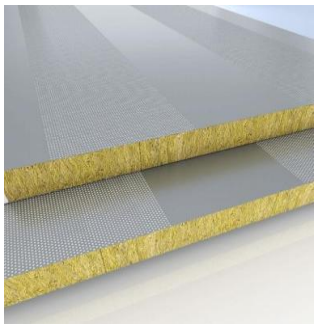
2.5.1 Analogías Individuales

Gráfico 1 Panel sándwich insonorizado Tseason

Hotels in Denmark

COFFE SHOP

Carbon Neutral RyD and Exhibition Center.

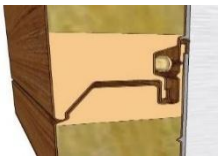


Especificaciones de Paneles

Los analizadores de espectro acústico de calidad profesional, Tseason estudia meticulosamente los paneles sándwich insonorizados, realiza mediciones acústicas precisas y examina minuciosamente el sistema auditivo humano para desarrollar sus paneles sándwich de aislamiento acústico.

Detalles de Instalación

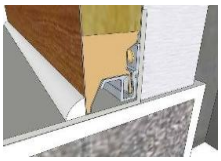
Junta superpuesta al techo



Fijación del a Panel de Yeso

Ancho del panel estándar	360mm
Longitud del Panel	1,5-10m
Grosor del Panel Estándar	30mm

Medio refuerzo fijando al techo del panel



Junta de empalmes en pared alta

Fuente: Shangtian (2019)

Gráfico 2 Paneles y tableros de poliuretano

Bodegón en Paraguay

Elastopor XBP-1719-002F

Sistema Poliuretano de 2 componentes

*Espuma rígida de poliuretano de celdas cerradas por métodos de colada in situ.

*Relleno en general.

Especificaciones de Paneles

La utilización de paneles compuestos en capas y tableros aislantes prefabricados con Elastopor y Elastopor supone una combinación ideal en las propiedades estructurales y físicas sobresalientes con buena eficiencia en aislamiento térmico.

Detalles de Instalación

Excelentes propiedades de resistencia y rigidez.

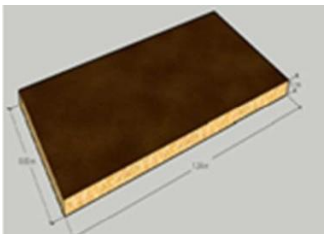
Elevación de la capacidad en aislamiento e incluso con espesores minimizados de los materiales.

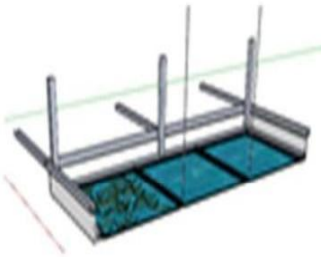
Muy buena adherencia a diversos materiales de acabados.

Fuente: Meisellis (2019)

Gráfico 3 Paneles termoacústico con garbanzos y resinas fenólicas

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca – Colombia





Ancho del panel estándar 600mm

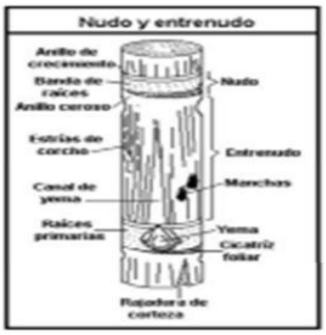
Longitud del Panel 1,20m

Grosor del Panel Estándar 250mm

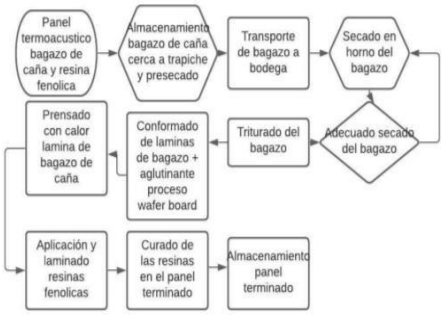
Especificaciones de Paneles

Se establece esta línea de investigación en atención a la consulta de diferentes fuentes documentales inclinadas hacia la toma de decisiones respecto al mercado y gestión del modelo de negocio planteado.

Detalles de Instalación



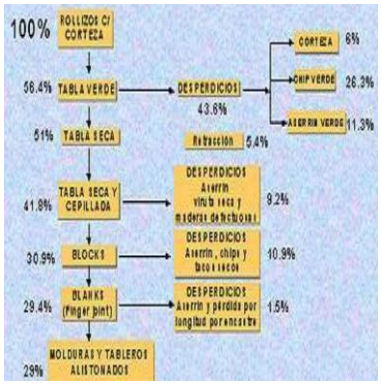
(Pamplona, 2003, pág. 2)



Fuente: Alfonso (2021)

Gráfico 4 Paneles termoacústicos a base de residuos de madera

Universidad Nacional de Misiones - Argentina

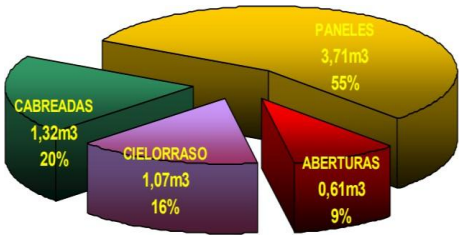


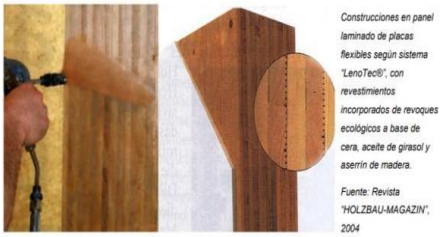
Especificaciones de Paneles

Los sobrantes de madera de la industria maderable, como materia prima para la fabricación de paneles. Determinar las propiedades físico-mecánicas de las probetas en sus diferentes combinaciones de materia prima fibrosa y adhesivos.

Analizar el comportamiento técnico de los paneles producidos en cuanto a su aislación térmica y acústica. Determinar las aptitudes de uso de los paneles con mayor valor agregado según sus propiedades aislantes termoacústicas.

Detalles de Instalación





Construcciones en panel laminado de placas flexibles según sistema "LenoTec®", con revestimientos incorporados de revoques ecológicos a base de cera, aceite de girasol y aserrín de madera.

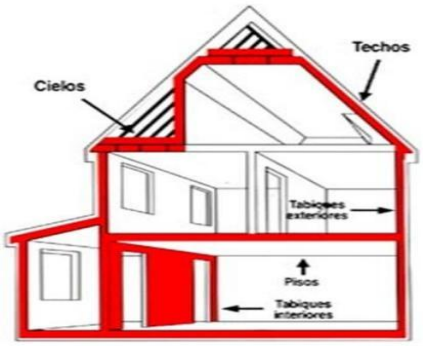
Fuente: Revista "HOLZBAU-MAGAZIN", 2004

Foto 4 Morteros y revoques de aserrín-virutas. (4) (JACOBO 2003)

Fuente: Celano (2010)

Gráfico 5 Paneles aislantes celulosa con propiedades antifúngicas

Bucaramanga, Santander - Colombia



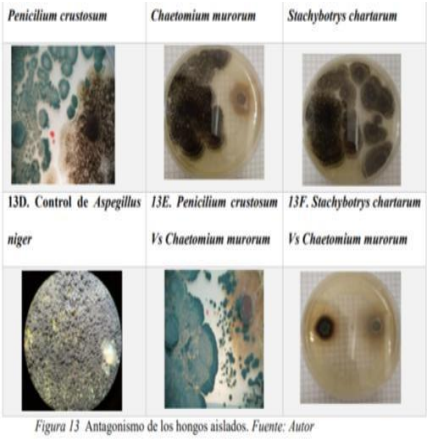


Figura 13 Antagonismo de los hongos aislados. *Fuente: Autor*

Materia prima	Aditivos antifungicos	Especies de crecimiento evaluadas	Referencia
Fibra de lino / resina de tanino-hexamina	20% Acido borico	*Aspergillus niger Trichoderma virens Paecilomyces variotii*	(Segovia et al., 2016)
Harina de bambú / polietileno de alta densidad	1,5 % Zinc borate 4,5-dichloro-2 octyl-isothiazolone Zinc pyrithione Carbendazim	*Aspergillus niger Trichoderma viride Penicillium funiculosum Aureobasidium pullulans*	(Feng, Zhang, He, Huang, & Shi, 2016)
Madera mixta del sur / pino amarillo del sur	0,5 – 4,5% Zinc borate Calcium borate	*Gloeophyllum trabeum Trametes versicolor*	(Xu, Lee, Wu, & Wu, 2013)
Hilos de paja de trigo / resina de diisocianato de difenilmetano	1,5 – 4,5 % Zinc borate	*Aureobasidium pullulans Penicillium citrinum Aspergillus niger Alternaria tenuissima*	(Han, Cheng, Manning, & Eloy, 2012)
Celulosa	10% Boratos	*Penicillium chrysogenum Stachybotrys chartarum Aspergillus versicolor Aspergillus fumigatus,*	(Godish & Godish, 2016)
Celulosa	0,17 – 2,45 % Acido borico y borax	*Alternaria alternata Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Stachybotrys chartarum, Cladosporium sphaerospermum*	(Herrera, 2005)

Especificaciones de Paneles

Los paneles de aislamiento a base fibras de celulosa son de uso común desde hace 20 años en la construcción en países como E.E.U.U., Canadá, Alemania, Suecia, Dinamarca, Finlandia entre otros. Este material de aislamiento sostenible está compuesto entre un 75% y 85% de fibra de celulosa reutilizable a partir de papel periódico; la celulosa es uno de los elementos esenciales de los vegetales además de ser una de las materias orgánicas más prevalentes en el entorno natural.

Detalles de Instalación

Tratamientos	A	B	Aglutinante	Inhibidor de hongos		Papel periódico
			Proteína de soya (%)	Acido borico(%)	Borax (%)	
1	-1	-1	15	8,3	1,7	75
2	1	-1	25	8,3	1,7	65
3	-1	1	15	16,6	3,4	65
4	1	1	25	16,6	3,4	55
5	0	0	20	12,45	2,55	65
6	-1	0	15	12,45	2,55	70
7	1	0	25	12,45	2,55	60
8	0	-1	20	8,3	1,7	70
9	0	1	20	16,6	3,4	60
10	Control		20	0	0	80

Fuente: Bermúdez (2018)

Gráfico 6 Paneles a base de cartón y tapones de corcho reciclado

Babahoyo - Ecuador

Propiedades del Cartón:

Durabilidad, Resistencia, Rigidez, Adaptabilidad, Difícil de deformación, Compuestos de 2 o más capas de Optimización de calidad, Versatilidad.

Propiedades del Corcho:

Baja densidad y ligereza; resistencia a la absorción de agua; Baja de conducción térmica para beneficiar buena calidad; Despeje de acústico bajo de consumo de sonido; capacidad de amortiguación.

Especificaciones de Paneles

Reduce la evaporación que impone demandas térmicas sobre las estructuras, más allá de sus límites. El estancamiento de aire y el aire de mala calidad del aire favorecen la generación de condiciones térmicas perjudiciales, contribuyendo al desarrollo de enfermedades asociadas al calor.

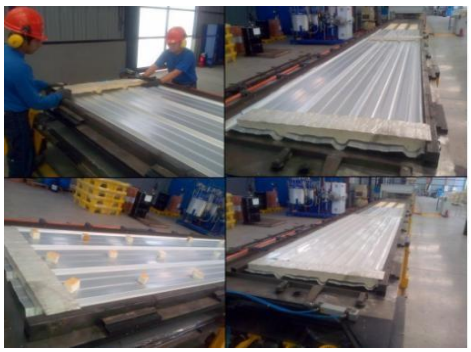
Detalles de Instalación

Se evalúan todos los procesos previos, considerando los beneficios y limitaciones, llegando a la conclusión de realizar una prueba de sellado con tapones de corcho en las juntas de las estructuras para unificar con el cartón aglutinado con goma con una 9 medida de 25cm x 25 cm y 2cm de espesor con un respectivo secado industrial durante 10 horas a temperatura baja.

Fuente: Castillo (2019)

Gráfico 7 Paneles termoacústicos aplicados en estructuras en residenciales

Guayaquil - Ecuador



Tipo	Descripción	Norma ASTM	Recubrimiento
A	Alucinc o galvalume	A792/ A792M	Aleación de aluminio y Zinc
G	Galvanizado	A653/ 1653M	Zinc
P	Prepintado	A755/ 1755M	Pintura sobre un recubrimiento tipo A o G

Especificaciones de Paneles

A través de un sistema compuesto (panel metálico y poliuretano), se tiene que es relativamente más pesado (2,82kg/m2) siendo poco perceptible ya que en nuestra norma NEC-2015 establece una carga para cálculo de cubiertas de 70kg/m2 para cubiertas que frente a los 9,66 kg/m2 del sistema propuesto y 6,84 kg/m2 del sistema tradicional representando poca diferencia en cuanto lo que es el cálculo estructural.

Detalles de Instalación

Se procede la colocación de perfiles de impermeabilización de arranque es decir las limatesas, ya que sobre estas reposara sobre la base inferior del panel multifuncional, este flashing ir´a instalado a la estructura con pernos coinco ¾" y luego se colocar´a la bandeja inferior fijada con clip simple y perno coinco para luego colocar los clips mixtos fijados con pernos sustituto A 7/8".

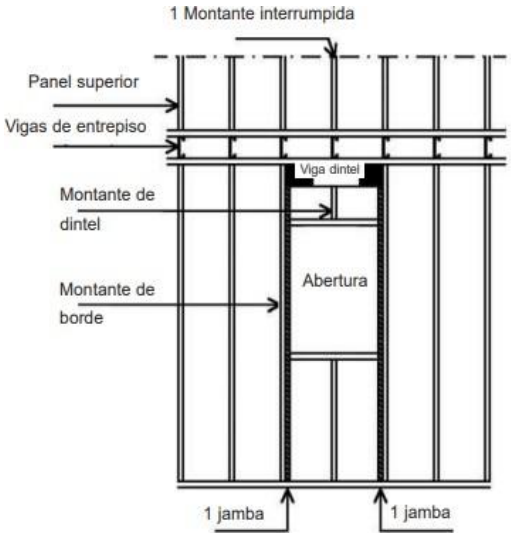
,p

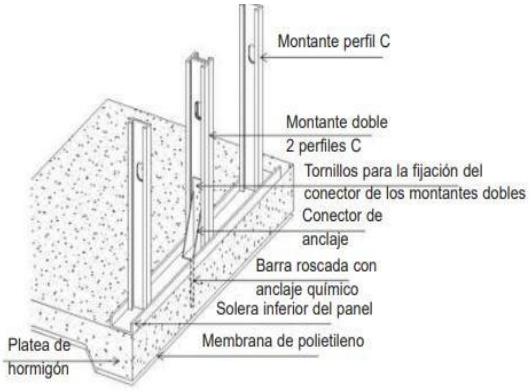
Fuente: Suárez (2018)

Gráfico 8 Paneles Steel Framing

Rio de Janeiro - Brasil **Especificaciones de Paneles**

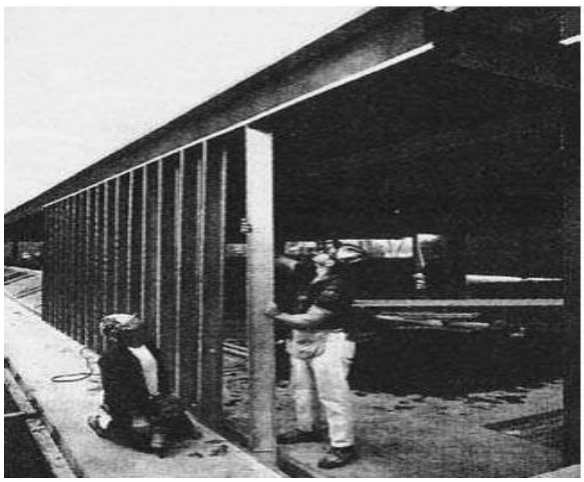
Foto 2.1- Estructura de una vivienda en Steel Framing, São Paulo. (Fuente: Construtora Sequência)





Detalles de Instalación

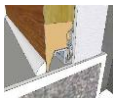
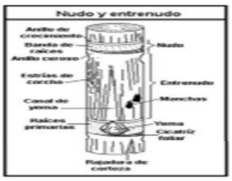
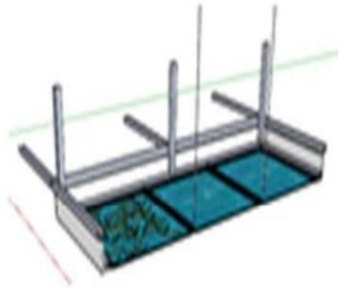
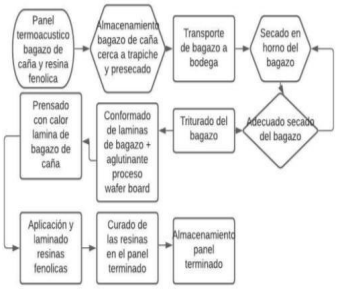
Los perfiles pueden ser perforados para permitir el paso de las instalaciones eléctricas y sanitarias, y los demás subsistemas se instalan una vez completado el ensamblaje de la estructura.



Fuente: Moraes (2007)

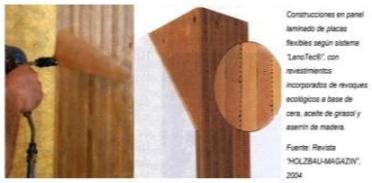
2.5.2 Comparación de criterios análogos

Gráfico 9 Diferencia en proyecto de Hotels in Denmark, Bodegón de Paraguay y Colegio Mayor

Proyectos	Especificaciones Técnicas	Detalles de Instalación
Hotels in Denmark	Paneles sándwich insonorizados, realiza mediciones acústicas precisas y examina minuciosamente el sistema auditivo humano para desarrollar sus paneles sándwich de aislamiento acústico.	Junta superpuesta al techo Fijación del al Panel de Yeso Medio refuerzo fijando al techo del panel  Junta de empalmes en pared alta
Bodegón en Paraguay	Combinación ideal de propiedades estructurales, físicas y aislamiento térmico, mediante elementos multicapa; con una capa de recubrimiento metálico hermético a la difusión, utilizada en paredes, pisos y techos de naves industriales, cámaras frigoríficas y almacenes.	Excelentes propiedades de resistencia y rigidez. Elevación de la capacidad en aislamiento. Magnifica resistencia al fuego.  (Pamplona, 2003, pág. 2)
 Colegio Mayor de Cundinamarca-Colombia	Carácter técnico que implica el uso del bagazo de caña en la elaboración de los paneles termo acústico, y el aprovechamiento de un material residuo de otras industrias, contribuyendo al desarrollo sostenible y limpio de la labor constructiva y de producción panelera.	

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Gráfico 10 Diferencias en proyectos de: Universidad Nacional, Bucaramanga y Colegio Mayor

Proyectos	Especificaciones Técnicas	Detalles de Instalación
Universidad Nacional de Misiones – Argentina	Analizar el comportamiento técnico de los paneles producidos en cuanto a su aislación térmica y acústica. Determinar las aptitudes de uso de los paneles con mayor valor agregado según sus propiedades aislantes termo acústicas.	Ejecutar una prueba utilizando tapones de corcho y aplicar una pasta de cartón comprimido con adhesivo en las juntas.  Foto 4 Morteros y revoques de aserrín-virutas. (4) (JACOBO 2003)
Bucaramanga	La celulosa es uno de los elementos esenciales de los vegetales además de ser una de las materias orgánicas más prevalentes en el entorno natural.	Determina la profundidad de funcionalidad orgánico en su Instalación para acoplar y despejar agentes nocivos que causa malestar al ambiente en su mitigación su instalada es efectivo.
Colegio Mayor de Cundinamarca-Colombia	La exageración de la sobrecarga sonora está relacionada con las actividades humanas como la construcción, actividades relacionadas en su desempeño, etc.	Ventajas y desventajas, llegando a la conclusión de realizar una prueba de sellado con tapones de corcho en las juntas de las estructuras para unificar de los elementos reciclables de cartón aglutinado.

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Gráfico 11 Diferencias en proyectos de: Residenciales y Vivienda Steel Framing

Proyectos	Especificaciones Técnicas	Detalles de Instalación
Residenciales Guayaquil – Ecuador	Sistema compuesto (panel metálico y poliuretano), se tiene que es relativamente más pesado de 2,82kg/m2, siendo poco perceptible ya que en nuestra norma NEC-2015 establece una carga para cálculo de cubiertas, sistema propuesto y sistema tradicional representando poca diferencia en cuanto lo que es el cálculo estructural.	Se procede la colocación de perfiles de impermeabilización de arranque es decir las limatesas, ya que sobre estas reposara sobre la base inferior del panel multifuncional, este flashing ir ´ instalado a la estructura con pernos coinco ¾”.
Foto 2.1- Estructura de una vivienda en Steel Framing, São Paulo. (Fuente: Construtora Sequência) Rio de Janeiro -Brasil	Montaje rápido espontáneo con una arquitectura vernácula que es accesible a los climas muy húmedos para aislar temperaturas excesivas de climas tropicales sofocantes.	Los perfiles pueden ser perforados para permitir el paso de las instalaciones eléctricas y sanitarias, y los demás subsistemas se instalan una vez completado el ensamblaje de la estructura.

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

2.6 Marco Legal

2.6.1 Normativas de Calidad

Los paneles deben cumplir con estándares internacionales y nacionales para materiales de construcción, como ISO 140-4 (aislamiento acústico) y ISO 10456 (propiedades térmicas). Asegurando el producto cumpla con regulaciones locales a través de códigos de Cámara de Construcción especificando las pruebas de ensayos.

Incorporar normativas como Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) o equivalentes locales que promuevan materiales ecológicos.

2.6.2 Legislación Ambiental

ODS (objetivos del desarrollo sostenible)

La norma american society for testing and material (ASTM C272) Este documento establece un método estándar para medir la absorción de humedad de los núcleos de materiales sándwich. La absorción de agua afecta las propiedades eléctricas y mecánicas de los núcleos, así como el comportamiento de las estructuras sándwich. El método proporciona datos sobre la absorción de humedad para propiedades de diseño, especificaciones de materiales, investigación y garantía de calidad. Los factores que influyen en la absorción de agua, como el material, método de fabricación. (NEC, 2018).

La norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 3110) Los valores dados en esta norma se refieren a las propiedades del producto, pero no son valores característicos para utilización en el cálculo estructural. (INEN, 2016)

La ley general del ambiente esta normativa tiene como objetivo garantizar el acceso a una respuesta ágil, eficiente y accesible ante las entidades administrativas y judiciales, con el fin de proteger el medio ambiente y sus elementos. Se enfoca en salvaguardar la salud humana, tanto individual como colectiva, promover la

conservación de la biodiversidad, el uso responsable de los recursos naturales y la preservación del patrimonio arquitectónico vinculado a aquellos. (Ambiental, 2024).

El artículo 115 de la Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho a un entorno construido saludable a favor del desarrollo y en la calidad de vida.

Cualquier daño o deterioro ambiental causado por la construcción será responsabilidad de quien lo genere, de acuerdo con lo establecido por la legislación vigente (Ambiente, 2008).

2.6.3 Normas de seguridad y Salud

La norma ecuatoriana de la construcción guía el diseño de estructuras sismo-resistentes en función del riesgo sísmico del país. Ingenieros aplican principios de Ingeniería Sísmica para tomar decisiones de diseño. Su actualización constante la hace esencial en la planificación estructural. (NEC, 2014)

CAPÍTULO III
MARCO METODOLOGICO

3.1 Enfoque de la Investigación

El método es de carácter secuencial y orientado a la comprobación en desarrollo bajo un enfoque mixto (cuantitativo) orientado a validar las propiedades termoacústicas de la cáscara de piña como material base en la fabricación de paneles. Este enfoque permite medir, analizar y comprobar las hipótesis planteadas a partir de la evaluación de variables como densidad, porosidad, resistencia mecánica y conductividad térmica.

Conforme al análisis investigativo, se establecen hipótesis y se identifican fluctuaciones variables (cualitativo), lo que permite una estructuración precisa y metodológica del diseño investigativo.

Con metodologías diseñados para optimizar el panel termoacústico, incorporando mejoras en componentes seguros. El enfoque se basa en técnicas que incluyen mediciones cuantitativas y análisis estadístico, utilizados para verificar las hipótesis planteadas, identificar patrones de comportamiento y respaldar las teorías propuestas con rigor metodológico.

3.2 Alcance de la Investigación

Investigación de tipo experimental,

Enfocando en el desarrollo y caracterización de paneles termoacústicos fabricados a partir como materia prima la cascara de piña analizando las propiedades térmicas, acústicas, mecánicas y físico-químicas del material compuesto, evaluando su viabilidad como una alternativa sostenible del campo de la construcción bridando una implementación con materiales ecológicos y reciclados dando propiedad de las 4R mitigando los impactos ambientales, reduciendo consumo excesivo de recursos, generando una reducción en el consumo de materia prima al cliente como: Madera, piedra, yeso. Dando solución en la parte ecológica, económica, durable, montaje fácil

de instalar, estética visual como en la luminiscencia, termoacústica blindada, innovado en confort y dando en función circulación libre de riesgo en el interior de los hogares.

Este planteamiento establece un fundamento robusto para la innovación en materiales de construcción, garantizando que los paneles desarrollados sean funcionales, sostenibles y compatibles con los requerimientos y tendencias del mercado contemporáneo.

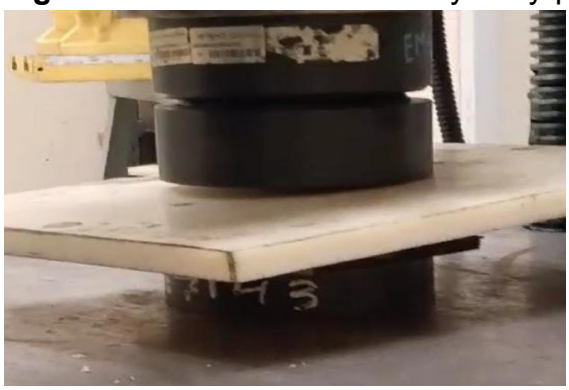
3.3 Técnicas e instrumentos para obtener los datos

3.3.1 Propiedades Mecánicas:

- **Ensayo de resistencia a flexión**

Se elaboran 4 probetas rectangulares para determinar la resistencia en los ensayos realizados a flexión bajo parámetros indicados**.**

Figura 1 Panel elaborado con yeso y poliuretano a base de cáscara de



Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 2 Panel elaborado con poliuretano a base de cáscara de piña (Ensayo Flexión)

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 3 Panel elaborado con yeso y resina a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Flexión)

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

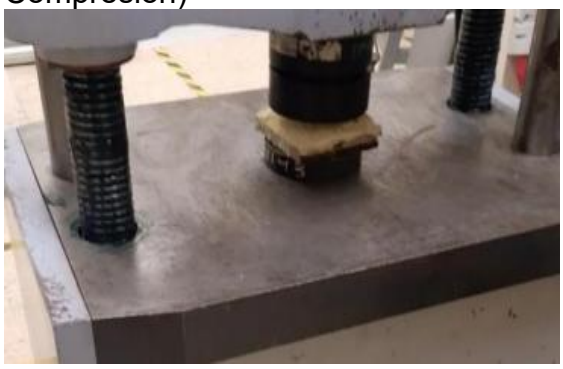
Figura 4 Panel elaborado con yeso a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Flexión)

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

- **Ensayo de resistencia a Comprensión**

Se elaboran 4 probetas rectangulares para determinar la resistencia en los ensayos realizados a flexión bajo parámetros indicados.

Figura 5 Panel elaborado con yeso y poliuretano a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Compresión)



Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 6 Panel elaborado con Poliuretano a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Compresión)

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 7 Panel elaborado con yeso y resina a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Comprensión)

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 8 Panel elaborado con Yeso a Base de Cáscara de Piña (Ensayo Compresión)

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 9 Parámetros del ensayo de flexión de las probetas

ENSAYO DE FLEXIÓN

NORMA DE ENSAYO: Método interno
INFORMACIÓN DEL ENSAYO
Equipos utilizados: MUE 600 kN (EM-008)
Regla (IM-030)
Diámetro de rodillos: 50 mm
Distancia entre apoyos: 230 mm
Longitud de la probeta: 307 mm
Velocidad de ensayo: 15 mm/min
CONDICIONES AMBIENTALES
Temperatura (máx./mín.): 25.7 °C / 21.8 °C
Humedad (máx./mín.): 61.6 % / 46.2 %

Tabla 1 Resultados. Ensayo de flexión.

Código de muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Carga Máxima (kN)	Desplazamiento (mm)	Esfuerzo (MPa)
25-0754-1	22.60	303	1.11	22.96	2.5
25-0754-2			1.62	15.35	3.6
25-0754-3			1.66	11.28	3.7
25-0754-4			1.77	18.34	4.0

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 10 Parámetros del ensayo de comprensión de las probetas

ENSAYO DE COMPRESIÓN

NORMA DE ENSAYO: Método interno
INFORMACIÓN DEL ENSAYO
Equipos utilizados: MUE 600 kN (EM-008)
Regla (IM-030)
Velocidad de ensayo: 25 mm/min
CONDICIONES AMBIENTALES
Temperatura (máx./mín.): 25.7 °C / 21.8 °C
Humedad (máx./mín.): 61.6 % / 46.2 %

Tabla 2 Resultados. Ensayo de compresión.

Código de muestra	Área (mm^2)	Carga (kN)	Esfuerzo (MPa)
25-0754-1	16900	3.90	0.2305
25-0754-2		11.42	0.6759
25-0754-3		11.44	0.6768
25-0754-4		11.44	0.6769

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

- **Ensayo de humedad**

Se evalúa el porcentaje de agua en seco en el material, retención de agua en el ensayo mediante la comparación del peso en el periodo tiempo determinado para verificar la capacidad del material en su absorción relativa variable.

Figura 11 Panel elaborado con poliuretano a base de cascara de piña (Ensayo de Humedad)

SECO: 1179,34gr. **HUMEDAD:** 1224,70gr.

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 12 Panel elaborado con poliuretano y yeso a base de cascara de piña (Ensayo de Humedad)

SECO: 1360.7gr. **HUMEDAD:** 1224.70gr.

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 13 Panel elaborado con yeso a base de cascara de piña (Ensayo de Humedad)

SECO: 1406,14 gr. **HUMEDAD:** 1519,54 gr.
Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 14 Panel elaborado con yeso y resina a base de cáscara de piña (Ensayo de Humedad)

SECO: 1247,38 gr. **HUMEDAD:** 1247,38 gr.
Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Tabla 2 Ensayo de Humedad de las probetas

PANELES	**ENSAYO 1**	**ENSAYO 2**	**ENSAYO 3**	**ENSAYO 4**
TIEMPO (Min.)	REMOJO 5 AMBIENTE 15 REPOSO 30	REMOJO 5 AMBIENTE 15 REPOSO 30	REMOJO 5 AMBIENTE 15 REPOSO 30	REMOJO 5 AMBIENTE 15 REPOSO 30
PESO (gramos)	SECO 1179,34 HUMEDAD 1224,70	SECO 1360,78 HUMEDAD 1224,70	SECO 1406,14 HUMEDAD 1519,54	SECO 1247,38 HUMEDAD 1247,38

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 15 Ensayo de Humedad (Remojo de Paneles)

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 16 Ensayo de Humedad (Secado al ambiente)

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 17 Ensayo de Humedad (Probetas y Materiales)

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

- **Ensayo acústico**

Se evalúa el parámetro acústico del ensayo compuesto de siguientes materiales.

Figura 18 Panel elaborado con poliuretano y resina con base de cascara

Sonómetro aislado (69,2 dB).

Sonómetro intemperizado (76,8 dB).

Índice de reducción acústico 7,6 dB.

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

Figura 19 Panel elaborado con poliuretano con base de cascara de piña (Ensayo Sonora)

Sonómetro aislado (67,9 dB).

Sonómetro intemperizado (76,8 dB).

Índice de reducción acústico 8,9 dB.

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

Figura 20 Panel elaborado con yeso con base de cascara de piña (Ensayo Sonora)

Sonómetro aislado (77,2 dB).

Sonómetro Intemperizado (80,1 dB).

Índice de reducción acústico 2,9 dB.

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

Figura 21 Panel elaborado con yeso y resina con base de cascara de piña

Sonómetro aislado (72,3 dB).

Sonómetro Intemperizado (80,1 dB).

Índice de reducción acústico 7,8 dB.

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

Figura 22 Panel MDF (Adicional - Ensayo Sonora)

Sonómetro aislado (68,1 dB).

Sonómetro Intemperizado (76,8 dB).

Índice de reducción acústico 8,7 dB.

Nota: Es recomendable realizar con las propiedades de materiales de yeso.

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

Desarrollando 4 paneles termoacústicos a base de cascara de piña para verificar su comportamiento de resistencia para mitigar ruidos constantes y controlar fuertes temperaturas dada del ambiente o provocadas accidentalmente utilizando distintas combinaciones de cáscara de piña como material principal, junto con aditivos y resinas naturales.

En el método acústico es recomendable utilizar las propiedades de materiales de poliuretano que aísla decibeles (8,9 dB.) para mitigar ruidos excesivos.

3.3.2 Instrumentos y Equipos:

- Prensas hidráulicas: Compactación de las mezclas en los paneles termoacústicos.
- Exposición al ambiente: Usado para secado y curado de materia prima.
- Equipo de medición: Mecanismo de procesos en la composición de la materia prima del panel.
- Equipo sonómetro: Para medir su capacidad para reducir el ruido (aislamiento acústico).
- Equipo termómetro: Usado para evaluar el rendimiento térmico de los paneles termoacústicos midiendo la variación de temperatura en un espacio antes y después de su instalación.

3.3.3 Consideraciones Adicionales

- Optimizar las fórmulas en los ensayos usados para determinar la óptima proporción de los componentes en su mejoramiento de las propiedades de los materiales del panel.
- Evaluación del ciclo de vida en los impactos ambiental en los procesos de producción, desde la extracción de materiales hasta dando la disponibilidad final del producto terminado.
- Certificaciones necesarias garantizadas en calidad y seguridad de los paneles indicados bajo el régimen de las Normas ISO.

Se requiere de un enfoque sistemático multidisciplinario que se integre en los conocimientos de ingenierías de materiales, químicas, biotecnológica, procesos industriales. La selección adecuada técnicas en los instrumentos es fundamental en obtención de un producto finalizado en su funcionamiento requerido.

3.4 Población y muestra

Se ha elaborado 4 muestras compuestas con las siguientes Dosificaciones

1. Cascara de piña 20%, Poliuretano 50%, Panel 30%.
2. Cascara de piña 20%, Poliuretano 40%, Yeso 10%, Panel 30%.
3. Cascara de piña 20%, Yeso 50%, Panel 30%
4. Cascara de piña 20%, Yeso 25%, Resina 25%, Panel 30%.

En desarrollo a su comportamiento de materiales y a través de ensayos de su composición para analizar: flexión, compresión, humedad, acústico para permitir sus distintas fuentes para asegurar uniformidad en la caracterización, sin embargo, su diseño experimental para obtener datos que permitan identificar la mejor combinación de materiales para maximizar el mejor desempeño termoacústico para validar diferencias significativas en las propiedades evaluadas.

Se realizó prototipos de paneles en recipiente de madera; las cascaras de Piñas fueron seleccionada, limpiadas y secadas en ambiente natural de temperatura de 30℃ durante 2 horas en cada proceso de prototipos. Posteriormente, se seleccionó el tablero de madera para realizar el prototipo de 40x40 cm. Se prepararon tableros para

la fabricación de los moldes alternados diferentes tipos de pruebas para comprobar su resistencia de compresión y flexión. Primero, se vertió una capa de cascara de piñas con resina de 1 cm en el molde, se colocó aglomerante hasta completar el molde.

Una vez preparados, los prototipos se dejaron secar al aire libre durante una semana. Se realizaron 4 prototipos, con 1 prototipo para cada dosificación, para determinar el porcentaje correspondiente.

Tabla 3 Ensayo Sonora de las probetas

PANELES	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	E.5.AD.
Sonómetro Aislado (dB)	69,2 dB	67,9 dB	77,2 dB	72,3 dB	68,1 dB
Sonómetro Intemperizado (dB)	76,8 dB	76,8 dB	80,1 dB	80,1 dB	76,8 dB
Diferencias de Decibeles (dB)	7,6 dB	8,9 dB	2,9 dB	7,8 dB	8,7 dB

Nota: Análisis del panel termoacústico de poliuretano se comporta la misma densidad baja frecuencia con panel MDF.
Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

Figura 23 Proceso de elaboración de probeta para paneles termoacústicos

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

Figura 24 Elaboración de probetas para paneles termoacústico

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

Figura 25 Muestreo del proceso con la materia prima

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

3.4.1 Procedimiento Técnico

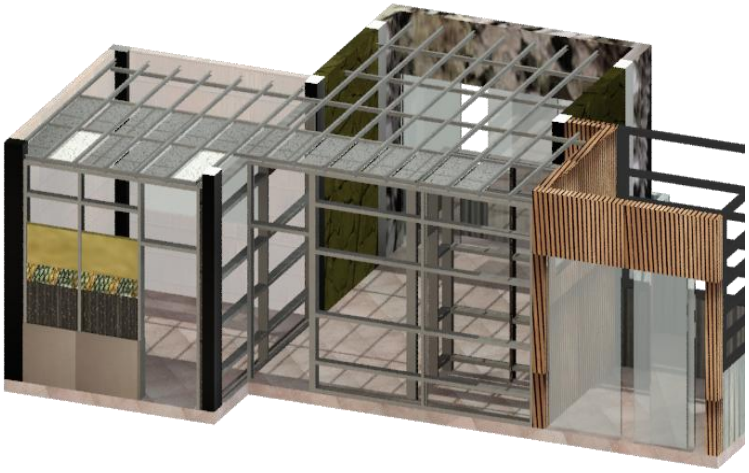
Para la elaboración de los paneles termoacústicos a partir de la cáscara de piña se genera en una serie de etapas desarrolladas desde la preparación del material vegetal hasta la terminación de producto final. Cada etapa se requiere técnica e instrumentos específicos para brindar calidad y rendimiento de este producto de panel termoacústico.

3.4.2 Preparación de Materia Prima

- Selección y limpieza de la materia prima se efectuará y seleccionará cascaras de piñas maduras en buen estado, en las cuales se debe lavar y desinfectar para retirar impurezas de los gérmenes y bacterias dañinas.

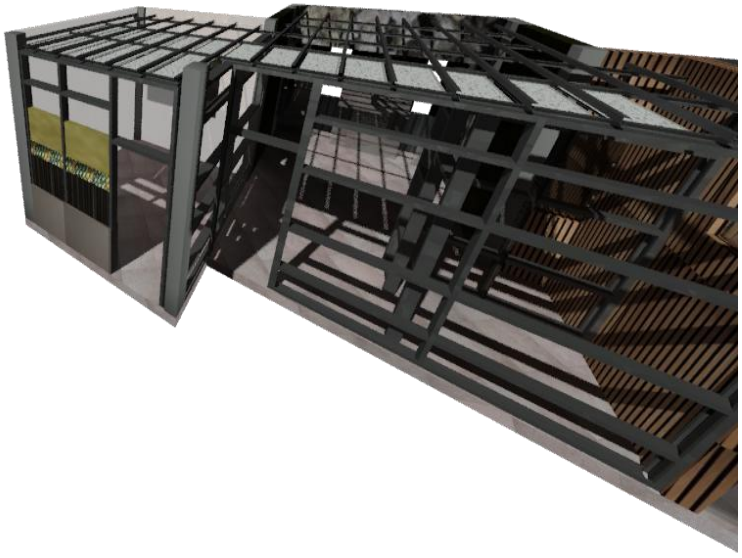
- Facilitar un buen secado al ambiente natural o métodos que se use en las industrias bajos condiciones de no afectar la materia prima para así reducir humedades y desarrollar mejor manejabilidad al producto.

Figura 26 Render de panel termoacústico



Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

Figura 27 Render isométrico de panel termoacústico



Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

3.4.3 Formulación y Mezcla

- Selección de componentes químicos o sintéticos naturales sin perjudicar la materia prima orgánica capaces de unificar las partículas de la cáscara de piña

y formar una capa solidificada bajos de las resinas naturales, almidón o biopolímeros.

- Añadimiento de sustancias orgánicas naturales para generación de las propiedades del panel, como agentes hidrofóbicos, retardantes de refuerzos de llamas o refuerzos fibrosos.
- Combinación de los componentes en sus mezclados en proporciones adecuados en las maquinas moldeadoras Industrial para obtener una masa homogénea adecuada.

3.4.4 Moldeado y curado

- Moldeamientos deseados en las formas aplicadas en medidas de la presión para compactar el material.
- Curado en las condiciones controladas de temperatura y humedad en lo permitido para que las sustancias orgánicas natural (aditivo) se solidifique el panel termoacústico necesite su resistencia bajo estudios técnicos.

CAPÍTULO IV
PROPUESTA

El desarrollo de estos paneles termoacústicos representa una solución innovada para lograr una sostenibilidad más eficacia para su validación de sus propiedades para implementar en los proyectos de viviendas más confortable y segura para evitar incendios, exceso de sonidos no deseable dentro del hogar.

La creciente necesidad de soluciones sostenibles en el sector de la construcción ha impulsado la investigación de materiales innovadores que no solo proporcionen un rendimiento óptimo, sino que también minimicen su impacto ambiental. Los paneles termoacústicos son fundamentales en la mejora de la eficiencia energética **y** optimización del confort y estabilidad de los paneles aislantes termoacústicos de las edificaciones.

En este sentido, proponemos la creación de paneles termoacústicos fabricados a partir de cáscara de piña, un subproducto agroindustrial, con la finalidad de ofrecer una alternativa ecológica, rentable y eficaz para el aislamiento térmico y acústico. La industria de la construcción contribuye considerablemente a la huella ecológica global debido a la utilización de materiales no renovables y sus consecuencias adversas sobre el medio ambiente. La cáscara de piña, un residuo de la industria alimentaria contiene propiedades naturales que pueden aprovecharse para la fabricación de materiales sostenibles. Este enfoque no solo contribuye a la reducción de los residuos agrícolas, sino que también fomenta la conservación de recursos y mejora la eficiencia energética en las edificaciones. La confortable sostenibilidad bajo de impactos ambientales para reducir gastos económicos para complementar en conjunto una manera mejorada para su elaboración de paneles.

4.1 Presupuesto de Paneles Termoacústico

4.1.1 Introducción

La presente investigación tiene como objetivo determinar el presupuesto necesario para la elaboración e instalación de paneles termoacústicos utilizando cáscara de piña como material principal. Se consideran los costos de materias primas, proceso de fabricación, mano de obra y gastos relacionados con la instalación.

4.1.2 Elaboración del Panel

Materiales Requeridos

- Cascara de piña (deshidratada y curada)
- Resina o aglutinante ecológico
- Fibras naturales de refuerzo (yute o lino)
- Aditivos para resistencia térmica y acústica
- Moldes para prensado de paneles
- Equipos de deshidratación y trituración

4.1.3 Costo de Materiales

Tabla 4 Presupuesto de materiales para paneles termoacústicos.

MATERIAL	CANTIDAD ESTIMADA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cascara de piña	50 kg	$1.00/Kg	$50.00
Resina aglutinante	10 litros	$8.00/litros	$80.00
Fibras naturales	5 kg	$3.00/Kg	$15.00
Aditivos	2 kg	$5.00/Kg	$10.00
Moldes	2 unidades	$50.00/u	$100.00
Energías y equipos	-	-	$50.00
Total	-	-	$280.00

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

4.2 Proceso de Fabricación

- Recolección y limpieza de la cáscara de piña.
- Deshidratación y trituración del material.
- Mezclado con resina y fibras naturales.
- Moldeado y prensado del panel.
- Secado y curado del panel.
- Inspección de calidad y acabado final.

4.3 Instalación de Panel

4.3.1 Materiales y Herramientas

- Tornillo y Fijaciones
- Adhesivo de montaje
- Perfiles estructurales de soporte
- Herramientas de corte y ajuste

4.3.2 Costo de Instalación

Tabla 5 Presupuesto de instalación de paneles termoacústicos en Sitio

ELEMENTO	CANTIDAD ESTIMADA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Tornillos y Fijaciones	50 u	$0.10/u	$5.00
Adhesivos de Montajes	2 litros	$12.00/litros	$24.00
Perfiles Estructurales	10 m	$5.00/m	$50.00
Herramientas de Corte	-	-	$30.00
Mano de Obra	1 jornada	$50.00/u	$50.00
Total	-	-	$159.00

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

4.3.3 Procedimiento de Instalación

- Medición y preparación del área de instalación.
- Fijación de los perfiles estructurales.
- Aplicación de adhesivo y alineación de paneles.
- Atornillado y refuerzo de uniones.
- Acabados finales y verificación de estabilidad.

4.4 Costo Total Estimado

Tabla 6 Presupuesto total estimado de instalación

CONCEPTO	COSTO
Elaboración de Panel	$280.00
Instalación del Panel	$159.00
Total General	$439.00

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025).

4.5 Notificación del Presupuesto

La fabricación e instalación de paneles termoacústicos a base de cáscara de piña representa una alternativa sostenible y económica en la industria de la construcción. Con una inversión total estimada de $439.00 por unidad, se demuestra que este material puede ser competitivo frente a opciones convencionales, aportando además beneficios ambientales y de eficiencia energética.

4.6 Elaboración de los prototipos

Tabla 7 Dosificación de la probeta I en seco

Materiales	**Peso (g.)**	**Porcentaje %**
Cascara de Piña	281,23	20
Yeso	632,76	45
Panel	492,15	35
Total	1406,14	100

Nota: Dosificación de la probeta I

Elaborado por: Víctor Bailón Pillasagua

En el procedimiento de la primera probeta se realizó minuciosamente el proceso la producción del panel. Se preparó el aglomerante y se incorporaron las Cascaras de piñas. Finalmente, se cumplió la dosificación completa de los componentes orgánicos en su vertida de sus moldes indicados.

Figura 28 Probeta I

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Tabla 8 Dosificación de la probeta II en seco

Materiales	Peso (g.)	Porcentaje %
Cascara de Piña	249,48	20
Yeso	311,85	25
Resina	311,85	25
Panel	374,20	30
Total	1247,38	100

Nota: Dosificación de la probeta II

Elaborado por Bailón Pillasagua (2025)

En el procedimiento de la siguiente probeta se realizó minuciosamente el proceso la producción del panel. Se preparó el aglomerante y se incorporaron las cascaras de piñas. Finalmente, se cumplió la dosificación completa de los componentes orgánicos en su vertida de sus moldes indicados.

Figura 29 Probeta II

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Tabla 9 Dosificación de la probeta III en seco

Materiales	Peso (g.)	Porcentaje %
Cascara de Piña	236	20
Poliuretano	530,70	45
Panel	412,64	35
Total	1179,34	100

Nota: Dosificación de la probeta III

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

En el procedimiento de la tercera probeta se realizó minuciosamente el proceso la producción del panel. Se preparó el aglomerante y se incorporaron las cascaras de piñas. Finalmente, se cumplió la dosificación completa de los componentes orgánicos en su vertida de sus moldes indicados.

Figura 30 Probeta III

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Tabla 10 Dosificación de la probeta IV en seco

Materiales	**Peso (g.)**	**Porcentaje %**
Cascara de Piña	272,16	20
Yeso	136,08	10
Poliuretano	544,32	40
Panel	408,22	30
Total	1360,78	100

Nota: Dosificación de la Probeta IV

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

En el procedimiento de la cuarta probeta se realizó minuciosamente el proceso la producción del panel. Se preparó el aglomerante y se incorporaron las cascaras de piñas. Finalmente, se cumplió la dosificación completa de los componentes orgánicos en su vertida de sus moldes indicados.

Figura 31 Probeta IV

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

4.7 Presentación y Análisis de Resultados

Para la elaboración de los Paneles, su enfoque técnico se dirigió a través de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 3110**,** para estos paneles termoacústicos es dado en relación de construcción ecológico proporcionando aplicación precisas y claras de términos de las evaluaciones de las normativas debido a su planificación y relevancia de los valores dados a las propiedades del producto, pero no son valores característicos para utilización en el cálculo estructural.

En síntesis, la aplicación de normativas como la INEN 3110 y la adaptación de protocolos para ensayos de desempeño mecánico, conforme a las regulaciones INEN para los paneles termoacústicos aseguran la precisión y alta calidad en el desarrollo de prototipos orientados a la construcción de viviendas y edificaciones afines.

4.8 Presentación de Elaboración del prototipo

El diagrama representa un proceso cíclico que inicia con la recolección y depósito de cáscaras de piña. A continuación, se lleva a cabo una limpieza exhaustiva de las cáscaras de piñas para eliminar impurezas. La siguiente fase consiste en la dosificación de la materia prima y los componentes termoacústicos, asegurando que se utilicen las mejores cáscaras de piña disponibles. Posteriormente, se procede a la preparación de los paneles necesarios para la fabricación de productos de alta calidad. Una vez fabricados, los paneles termoacústicos son sometidos a una evaluación en la fase de análisis de resultados. Finalmente, se generan conclusiones y recomendaciones basadas en los hallazgos obtenidos.

4.8.1 Proceso de Elaboración de Prototipos

- Análisis de resultados.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Depósito de cascara de piña.
- Limpieza de las cascaras.
- Dosificación de la materia prima e implementos termoacústicos.
- Preparación e instalación de los paneles.
- Elaboración de Paneles termoacústicos.

4.9 Manual de Instalación

4.9.1 Composición y uso

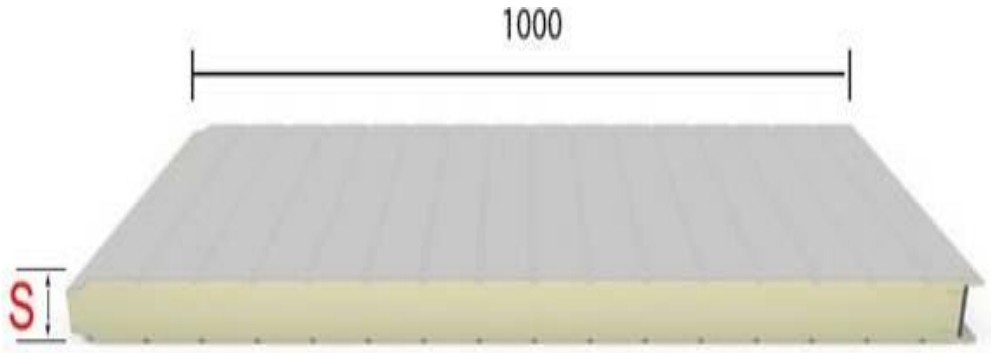
El panel termoacústico base de cascara de piña es un panel térmico para paredes interiores, tipo sándwich, instalado con lana de roca, constituido por dos laminas metálicas de acero galvanizado pre pintado, aluminio y/o aluzinc, con inyección de espuma aislante de poliuretano PIR expandido de alta densidad (38 kg/m^3), y con opción de panel certificado factory mutual (FM).

- El panel termoacústico se instala preferiblemente de manera vertical.
- Es un material con excelente aislamiento térmico, acústico, auto extinguible y no propaga la llama.
- Es compatible con diferentes materiales, además permite suprimir los muros de mampostería.

4.9.2 Estándares dimensionales

Los paneles termoacústicos de base cascara de piña producidos; ancho útil de 1m. (1000mm) y la longitud según la necesidad especifica del proyecto. La longitud máxima en transporte nacional es de 14 m y para exportación es de 11,9 m.

Figura 32 Dimensión de panel acústico



Nota: Los paneles están disponibles en los siguientes espesores de S(10mm)
Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Se tienen varias opciones de acabado en sus laminas tanto interna como externa, como son en acabados internos**:** Micro nervado - Liso - Micro nervado.

4.10 Características Generales

4.10.1 Calidad del aislante

La colocación de espuma se lleva a cabo en una línea de producción continua, mediante procesos estrictamente estandarizados y con el cumplimiento de normativas de calidad que garantizan la consistencia de la espuma.

4.10.2 Comportamiento al Fuego

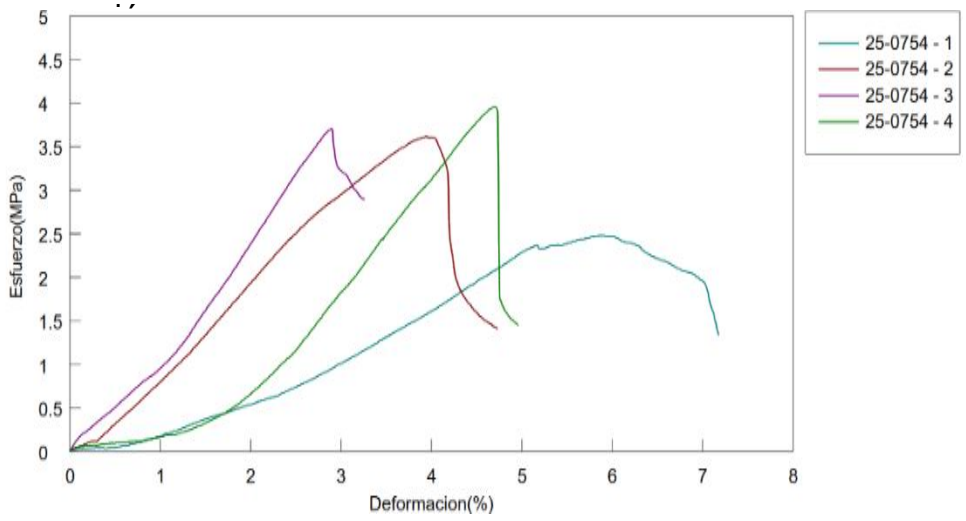
La reacción al fuego de los paneles se mide según el grado de participación del material de termómetro y ensayo de la flama.

La norma american society for testing and materials (ASTM E-84) bajo una serie de ensayos mide el índice de flamabilidad, índice de desarrollo de humo y el goteo, clasificando los materiales de 1 a 5.

Los paneles con: espuma poliuretano, poliuretano con resina, yeso, yeso con resina tienen una clasificación de 3.

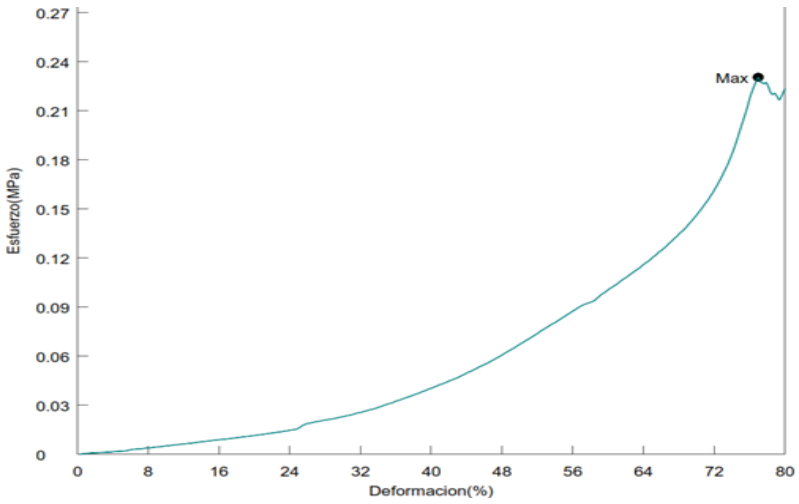
Las normas bajo las cuales fueron sometidos los paneles para obtener la certificación son de la norma de seguridad contra incendios (FM 4880): Clasificación para resistencia al fuego clase 1 de paneles aislados, o materiales de acabado interior. Con 4 ensayos diferentes.

Figura 33 Distribución de apoyos sugeridos ensayo de flexión y a



Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 34 Deformaciones por ensayo a compresión en las probetas



Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

4.11 Luces Admisibles, Transmisión Térmica y Peso Unitario

En el espesor del panel termoacústico a base de Cascara de piña, se presenta coeficiente de conductividad térmica K (expresa la capacidad de conducir calor) y de resistencia térmica R (expresa la capacidad del material de oponerse al flujo de temperatura, es el inverso de la conductividad térmica).

4.12 Tolerancias Dimensionales

Panel termoacústico presenta estas tablas como una guía y no se responsabiliza del uso que se le dé. Así mismo se reserva el derecho de modificar la información sin previo aviso.

Las siguientes son las tolerancias relativas a la geometría del producto según la norma UNE-EN 14509 del 2014:

- En el espesor del panel ± 2 mm
- Longitud del panel de ≤3m ± 5 mm
- Longitud del panel de >3m ± 10 mm
- Paso o ancho (útil) entre paneles ± 3 mm
- Perdida de la escuadra en el corte de hasta ± 6 mm

4.13 Fijaciones

La configuración geométrica del encastre para los paneles monowall es de fijación a la vista, compuesto por tornillería autoperforante de elevadas resistencias a extracción

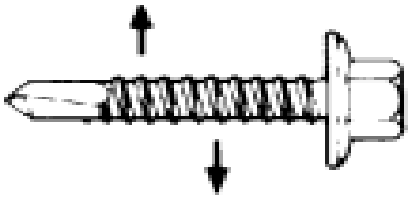
y corte, con un sello tipo EPDM totalmente impermeables, que en conjunto garantizan la hermeticidad del producto en la fachada.

Figura 35 Fijaciones de perforaciones

Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

4.13.1 Tipos de fijaciones para el panel

Figura 36 Tornillo de fijaciones

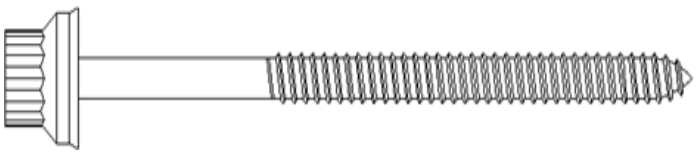


Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

- **TORNILLO AUTORROSCANTE**

Tornillo que requiere realizar previamente el agujero en el panel y en la estructura con una broca de diámetro 15/64”. Cuenta con una cabeza nylon reforzado para el tornillo a la intemperie.

Figura 37 Tornillo autorroscante



Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

- **FIJACIONES**

Para el cálculo de la cantidad de transporte y tipo de vehículos requeridos, puede tomarse como base la siguiente tabla:

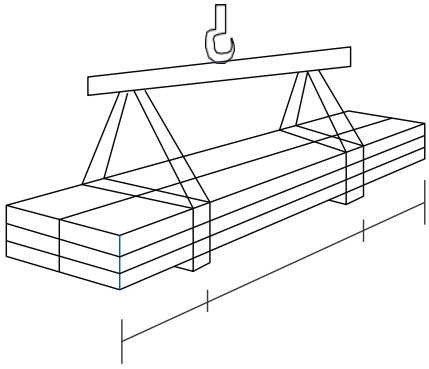
- Para medidas superiores a 7,5 m debe usarse un tráiler con plataforma de 12m.
- Para medidas de panel entre 5 m y 7,5 m se debe contemplar un vehículo camión tipo sencillo.
- Para medidas menores a 5m usar vehículo tipo turbo.
- Para medidas superiores a 7,5 m debe usarse un tráiler con plataforma de 12m.
- Para medidas de panel entre 5 m y 7,5 m se debe contemplar un vehículo camión tipo sencillo.

4.14 Almacenamiento y Traslados en Obra

La movilización y el almacenamiento de los paquetes representan una fase muy delicada durante la cual se pueden provocar daños a los paneles.

- Elevar el paquete utilizando un balancín y eslinga de nylon de un ancho de 200 mm.

Figura 38 Izado con Maquinaria de las planchas de paneles termoacústicos



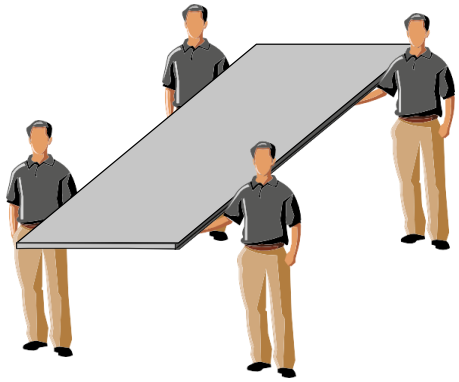
Nota: Colocación máximo cada metro un taco de icopor de 80mm de espesor, 200 mm de ancho y 1000mm de largo.
Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

El paquete debe estar en una leve pendiente a fin de evacuar el agua originada por posibles condensaciones.

- Guardar los paquetes bajo techo si el tiempo de almacenamiento temporal va a ser largo, si no es posible, proteger con una tela impermeable y asegurarse en todo momento de que haya una adecuada ventilación.

Verificación: Cuando por condiciones de la obra sea necesario transportar los paneles individualmente, es conveniente movilizarlos siempre garantizando la cantidad de personas suficientes de acuerdo con la longitud y peso de cada panel.

Figura 39 Izado manual con medidas seguridad de los paneles



Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

4.15 Descarga del Material

El descargue del material en la obra se puede hacer de varias maneras, dependiendo del sitio y accesibilidad de equipos mecánicos y/o manual.

A continuación, explicamos los procedimientos y precauciones en cada tipo de descargue:

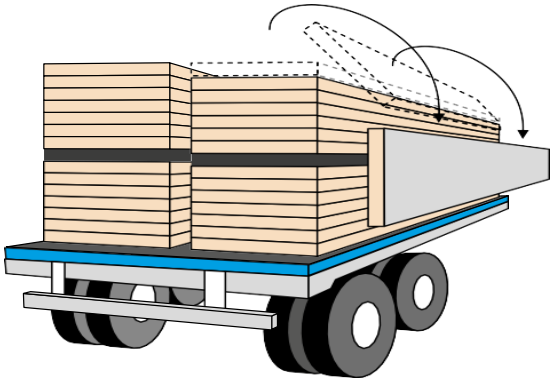
4.15.1 Descarga Manual

Para esta actividad manual, se debe organizar un personal sobre el panel en el vehículo (entre 2 y 3 personas) y otro personal en piso que recibe el material (entre 4 y 6 personas), la cantidad va a depender de la longitud del panel.

La manipulación se debe hacer panel por panel y de manera adecuada para que no se flecte.

- Primero retire el plástico que envuelve el paquete con el que llega embalado (usar herramientas de corte adecuadas para la liberación del panel y así evitar rayones).
- Luego levante panel a panel con el personal sobre el vehículo y páselo al personal en piso.
- Tenga precaución de no arrastrarlos, con esto evita la posibilidad de deteriorar la pintura y los bordes.

Figura 40 Descarga manual con las medidas de seguridad de los paneles termoacústicos



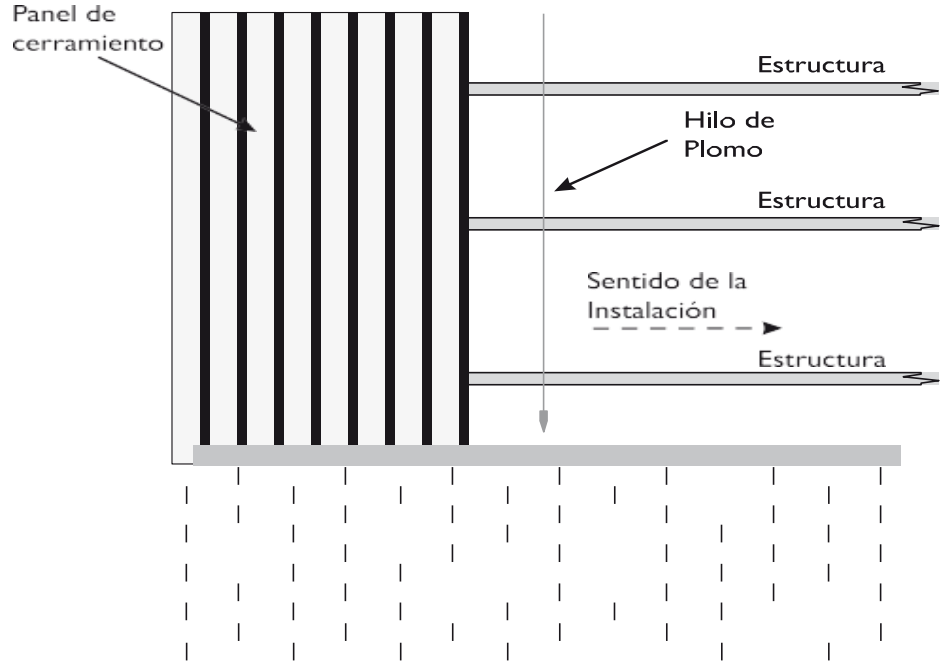
Nota: En ciertas indicaciones de la remisión identificar y llevar por la supervisión de técnicos.
Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

4.16 Instrucciones para el Montaje

4.16.1 Preliminares

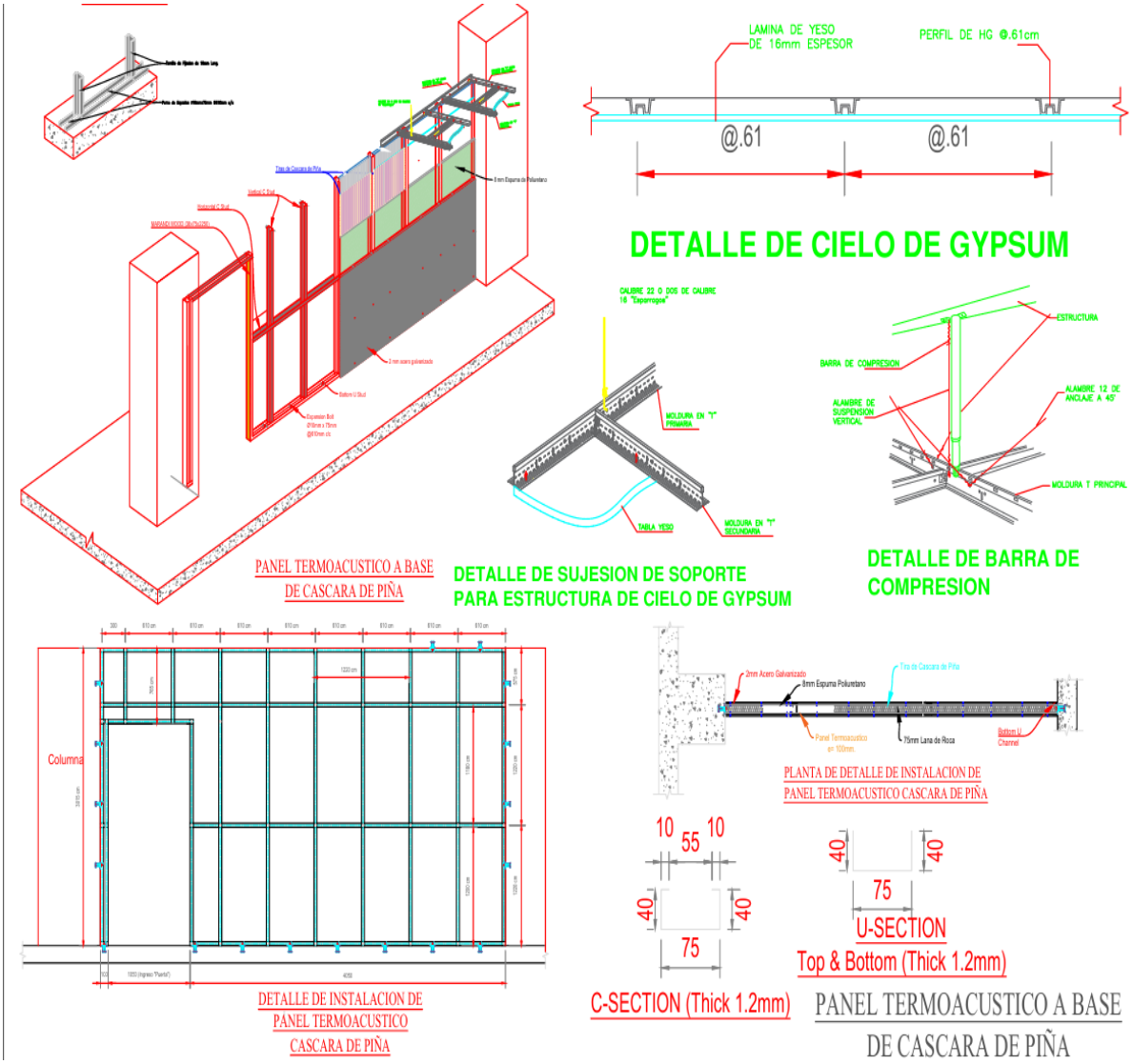
- Revisar que la estructura este de acuerdo con la planimetría en la que se realizó el despiece.
- Verifique que la estructura no se encuentre desalineada o presente desplomes.
- La estructura debe estar pintada, soldada o pernada, totalmente terminada con todos los elementos que la compongan, distanciadores, templetes, etc.

Figura 41 Diseño de instalación de paneles termoacústicos in situ



Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

Figura 42 Diseño de montaje y anclaje a cielo raso



Elaborado por: Bailón Pillasagua (2025)

CONCLUSION

Evaluando las características de los paneles termoacústicos a base de cascara de piñas son más utilizados en su destacamento como el poliuretano, la lana mineral, el poliestireno expandido, yeso y resina cada uno con propiedades particulares que los hacen adecuados para resistir factores externos como humedad (índice promedio de 1224,70 gr), térmicas, cargas mecánicas: compresión (índice promedio de 0,6769 Mpa). y flexión (índice promedio de 4,0 Mpa), acústicas (índice promedio de 8,9 dB), se concluye que la continua innovación en la fabricación de estos paneles es clave para mejorar su rendimiento y sostenibilidad en la construcción moderna en sus distintas aplicaciones.

En los ensayos realizados a las probetas con dosificaciones diferentes la óptimas en cuanto a propiedades termoacústicas es el panel elaborado a base de Poliuretano con Resina para garantizar impermeabilización, acústica y térmica en determinación del equilibrio entre densidad, espesor y tipo de material para mejorar su desempeño estructural y funcionalidad.

Por otro lado, en función de la prueba acústica se determinó que el panel a base de poliuretano con resina es la perfecta composición equilibrada mejorando su rendimiento, generando una reducción de los decibeles respecto a un panel tradicional, permitiendo mitigar sonidos exorbitantes además de disponer de propiedades retardantes al fuego y aislamiento acústico.

Se desarrolló documentos bajo los reglamentos de la construcción sostenibles para elaboración de los paneles termoacústicos indicando su montaje en sitio y a su vez su elaboración del panel bajo cuidado riguroso en diseños técnicos con pruebas de ensayos en sus probetas para obtener mejor confort y funcionalidad en los ambientes familiares internos de las edificaciones.

RECOMENDACIÓN

En este proyecto innovador de arquitectura sostenible habitacional en área interna de las edificaciones sería muy buena opción a base de investigación de los ensayos elaborados bajo impacto ambiental puede contribuir al cumplimiento de normativas de sostenibilidad y eficiencia energética (por ejemplo, el cálculo de la demanda energética de la edificación según las normativas locales). garantizar un buen desempeño con materiales que actúen como aislantes acústicos (como la cáscara de piña combinada con fibras naturales) y que proporcionen una atmósfera tranquila que mejoren el confort de los residentes; sugiero en este enfoque que se ajusta para movilidad y fácil de instalar con materiales absorbentes bajo los ensayos que se pueda más implementar como ensayos de:

Propagación de vibraciones (ensayo de impacto).

Prueba de estabilidad dimensional (cambios de condiciones ambientales).

Comportamiento a largo plazo (rendimiento duración y/o uso de vida útil).

Es recomendable que, al realizar las pruebas, se utilicen condiciones controladas y estándares internacionales para asegurar que los resultados sean válidos y consistentes.

REFERENCIAS

Aguilar. (2019). Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17760/1/UPS%20-

Aguirre. (2019). Obtenido de https://bibliotecautpl.utpl.edu.ec/cgi-bin/abnetclwo/Ojg5CwUXN8lzGqjWLg7YnWh4IGq?ACC=161

Aldaz. (2018). Obtenido de http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2352/1/T-ULVR-2149.pdf

Alfonso. (2021). Obtenido de https://www.mobelmol.com/es/2023/01/19/productos-fenolicos-y-sus-usos/

Ambiental, L. (2024). Obtenido de https://procuraduria.utpl.edu.ec/NormativaExterna/LEY%20ORG%C3%81NICA%20PARA%20LA%20GESTI%C3%93N%20INTEGRAL%20DEL%20RIESGO%20DE%20DESASTRES.pdf

Ambiente, C. O. (2008). Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf

Barrera. (2018). Obtenido de file:///C:/Users/VICTOR/Downloads/1362- 4773-1-PB.pdf

Bermudez. (2018). Obtenido de https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/d860e01c-93b8-41fe-8f3c-8b7cec175aba/content

Castillo. (2019). Obtenido de https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/07/elaboracion-panel-aislante.html

Castillo. (2023). Obtenido de file:///C:/Users/VICTOR/Downloads/Dialnet-ElaboracionDeUnPanelAislanteTermicoABaseDeCartonYT-9089204%20(2).pdf

Celano. (2010). Obtenido de https://rid.unam.edu.ar/handle/20.500.12219/2451

Coello. (2023). Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/items/0d4f2500- b130-47c1-ad16-d34378a00d85

España. (2020). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/346016159_Las_fibras_vegetales_material es_ancestrales_para_un_futuro_sostenible_en_el_desarrollo_de_productos

Framing. (2007). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/358803222_Technical_analysis_between_ Steel_Framing_and_Reinforced_Concrete_in_Regular_Structures_Analisis_tecnico_ entre_Steel_Framing_y_Hormigon_Armado_en_estructuras_regulares

INEN. (2016). Obtenido de https://es.scribd.com/document/329900790/Nte-Inen-3110?utm_source=chatgpt.com

Lagos. (2022). Obtenido de https://repositorio.unicolmayor.edu.co/handle/unicolmayor/6530?show=full

Lara. (2024). Obtenido de https://repositorio.udd.cl/items/bbacba05-277b-4431-9ca3-20e6f7eafa66

Linhares. (2020). Obtenido de https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccio n/article/view/6667

Londoño. (2018). Obtenido de https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/3596/Document o%20ACUSFORT%20S.A.S.%20I2021.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source= chatgpt.com

Lopez. (2021). Obtenido de file:///C:/Users/VICTOR/Downloads/Adicion_de_botellas_plasticas_pet_en_la_elabor acio.pdf

Lovato. (2019). Obtenido de file:///C:/Users/VICTOR/Downloads/UDLA- EC-TTCD-2019-13%20(5).pdf

Martinez. (2021). Obtenido de https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3 337

Meisellis. (2019). Obtenido de https://pusoluciones.basf.com/?utm_source=chatgpt.com

Mendoza. (2023). Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/60853?show=full

Menendez. (2023). Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/60853

Montoya. (2018). Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/108099

Moraes, S. y. (2007). Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44540517/Steel_Framing_Arquitectura-libre.pdf?1460127774=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSteel_Framing_Arquitectura_ILAFA_ahora_e.pdf&Expires=1745535920&Signature=BRp78nmJM7N~84QuJHA98ZUy6AKXkA2Q81p

NEC. (2014). Obtenido de https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/3.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-2.pdf

NEC. (2018). Obtenido de https://cdn.standards.iteh.ai/samples/100749/c749b1a3b6d84cae910a8cb8a33ecc6f/ASTM-C272-C272M-18.pdf

Nuñez. (2023). Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13968?utm_source=chat gpt.com

Ochoa. (2023). Obtenido de https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/15298

Ortiz. (2013). Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5e4c0713-27b0-4f22-9605- 4c636526dbcb/content

Pedrero. (2008). Obtenido de https://documentacion.sea-acustica.es/publicaciones/Oporto16/97.pdf?utm_source=chatgpt.com

Perez. (2015). Obtenido de https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6844

Pinilla. (2021). Obtenido de https://repositorio.unicolmayor.edu.co/handle/unicolmayor/3615

Retamozo. (2005). Obtenido de https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/15637

Ruiz. (2023). Obtenido de https://repository.ugc.edu.co/items/d9ecc7f4-881a- 428e-8e34-9de386d3144c?utm_source=chatgpt.com

Salazar. (2023). Obtenido de https://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/3419/1/ANALISIS%20D E%20CASO%20MOREJON_RIVAS.pdf?utm_source=chatgpt.com

Samanho. (2020). Obtenido de https://aiter.com.ar/2020/11/12/conoce-las- capas-que-componen-el-sistema-de-steel-frame/?utm_source=chatgpt.com

Santander. (2022). Obtenido de https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/4288

Shangtian. (2019). Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/figempa/v8n2/2602-8484-figempa-08-02-00052.pdf

Simbaña. (2018). Obtenido de https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19728/1/CD-9129.pdf?utm_source=chatgpt.com

Suarez, F. y. (2018). Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7364570