

Elaboración de paneles aislantes encapsulados a base de poliuretano y fibras naturales para reducir la transferencia de calor en cubiertas residenciales

Manufacturing of Encapsulated Insulating Panels Based on Polyurethane and Natural Fibers to Reduce Heat Transfer in Residential Roofs

Elaboração de Painéis Isolantes Encapsulados à Base de Poliuretano e Fibras Naturais para Reduzir a Transferência de Calor em Coberturas Residenciais

Montiel Burgos Gerónimo Benito¹
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
geronimomontielburgos@tsacila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-6668-0739>



Armijos Mena Eduardo Santiago²
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
eduardoarmijos@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6676-826>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/nE1/1417>

Como citar:

Montiel, G. & Armijos, E. (2026). *Elaboración de paneles aislantes encapsulados a base de poliuretano y fibras naturales para reducir la transferencia de calor en cubiertas residenciales*. *Código Científico Revista de Investigación*, 7(E1), 2312-2329.

Recibido: 06/01/2026

Aceptado: 04/02/2026

Publicado: 31/03/2026

Resumen

El propósito de esta investigación fue elaborar paneles aislantes encapsulados a base de poliuretano y fibras naturales para reducir la transferencia de calor en cubiertas residenciales en Santo Domingo de los Tsáchilas. El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, con un alcance exploratorio-descriptivo y un diseño experimental, aplicando métodos de observación técnica y experimentación mediante sensores digitales para la evaluación de prototipos de $500 \times 500 \times 20$ mm. La metodología comprendió la integración de fibras de abacá, coco y caña de guadúa en una matriz de poliuretano, evaluando rigurosamente su comportamiento físico y térmico. Los resultados finales demostraron que el panel de caña de guadúa presentó el mejor desempeño aislante, registrando una transferencia de calor de 4.8 J/s con una temperatura exterior de 31 °C e interior de 24 °C (diferencial de 7 °C). Por su parte, el panel de fibra de coco obtuvo una transferencia de 5.5 J/s (33 °C ext. / 25 °C int.) y el de abacá alcanzó 6.2 J/s (32 °C ext. / 23 °C int.). En conclusión, se determinó que los tres materiales son técnica y ambientalmente viables, destacándose la caña de guadúa por su eficiencia térmica superior en esta fase. Esto los consolida como una alternativa sostenible para optimizar la eficiencia energética en viviendas, validando la aplicación de procesos de mecánica industrial en el desarrollo de materiales de construcción con impacto ambiental positivo.

Palabras clave: Aislamiento térmico, poliuretano, fibras naturales, construcción sostenible, paneles encapsulados.

Abstract

The purpose of this research was to develop encapsulated insulating panels based on polyurethane and natural fibers to reduce heat transfer in residential roofs in Santo Domingo de los Tsáchilas. The study was conducted under a mixed approach with an exploratory-descriptive scope and an experimental design, applying technical observation methods and experimentation using digital sensors to evaluate $500 \times 500 \times 20$ mm prototypes. The methodology involved the integration of abaca, coconut, and guadua cane fibers into a polyurethane matrix, rigorously assessing their physical and thermal performance. The final results demonstrated that the guadua cane panel exhibited the best insulating performance, registering a heat transfer of 4.8 J/s with an external temperature of 31 °C and an internal temperature of 24 °C (7 °C differential). The coconut fiber panel showed a heat transfer of 5.5 J/s (33 °C external / 25 °C internal), while the abaca panel reached 6.2 J/s (32 °C external / 23 °C internal). In conclusion, it was determined that the three materials are technically and environmentally viable, with guadua cane standing out due to its superior thermal efficiency at this stage. These findings consolidate their potential as a sustainable alternative to optimize energy efficiency in housing, validating the application of industrial mechanical processes in the development of construction materials with positive environmental impact.

Keywords: Thermal insulation, polyurethane, natural fibers, sustainable construction, encapsulated panels

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi desenvolver painéis isolantes encapsulados à base de poliuretano e fibras naturais para reduzir a transferência de calor em coberturas residenciais em Santo Domingo de los Tsáchilas. O estudo foi conduzido sob uma abordagem mista, com alcance

exploratório-descritivo e delineamento experimental, aplicando métodos de observação técnica e experimentação por meio de sensores digitais para avaliar protótipos de $500 \times 500 \times 20$ mm. A metodologia compreendeu a integração de fibras de abacá, coco e cana de guadua em uma matriz de poliuretano, avaliando rigorosamente seu desempenho físico e térmico.

Os resultados finais demonstraram que o painel de cana de guadua apresentou o melhor desempenho isolante, registrando uma transferência de calor de 4,8 J/s com temperatura externa de 31 °C e interna de 24 °C (diferencial de 7 °C). O painel de fibra de coco apresentou transferência de 5,5 J/s (33 °C externo / 25 °C interno), enquanto o de abacá atingiu 6,2 J/s (32 °C externo / 23 °C interno). Conclui-se que os três materiais são técnica e ambientalmente viáveis, destacando-se a cana de guadua por sua eficiência térmica superior nesta fase. Esses resultados consolidam seu potencial como alternativa sustentável para otimizar a eficiência energética em habitações, validando a aplicação de processos de mecânica industrial no desenvolvimento de materiais de construção com impacto ambiental positivo.

Palavras-chave: Isolamento térmico, poliuretano, fibras naturais, construção sustentável, painéis encapsulados.

Introducción

El aislamiento térmico cumple un papel importante en la construcción, ya que ayuda a mantener una temperatura adecuada dentro de las viviendas y a reducir el consumo de energía. Sin embargo, muchos materiales aislantes tradicionales resultan costosos o poco sostenibles, lo que impulsa la búsqueda de nuevas alternativas más económicas y amigables con el ambiente. El uso de poliuretano como aislante térmico es ampliamente reconocido por su eficiencia, aunque su costo y baja sostenibilidad ambiental limitan su aplicación masiva. Además, el aislamiento adecuado contribuye de manera directa a la eficiencia energética de las edificaciones, al disminuir la pérdida de calor, reducir la demanda de climatización y favorecer el ahorro económico, a la vez que ayuda a mitigar el impacto ambiental asociado al consumo energético y las emisiones generadas en el sector de la construcción (Ortiz Caicedo et al., 2023).

En los últimos años, las exigencias ambientales y las políticas orientadas a la adaptación al cambio climático han impulsado la innovación en sistemas constructivos que reduzcan el impacto energético y las emisiones asociadas a las edificaciones. El sector de la construcción demanda grandes cantidades de energía para garantizar el confort térmico, por lo que la

incorporación de soluciones de aislamiento se ha vuelto esencial para mejorar la eficiencia de las viviendas, disminuyendo de forma significativa el consumo energético durante su vida útil. Sin embargo, los materiales aislantes convencionales, como la lana mineral, el poliestireno expandido y el poliuretano, aunque eficaces, generan impactos ambientales relevantes debido al uso de recursos no renovables y a los altos niveles de energía requeridos para su fabricación. Frente a este panorama, ha surgido un creciente interés por el empleo de materiales naturales y renovables capaces de reducir el consumo de recursos fósiles, minimizar emisiones contaminantes y ofrecer un desempeño térmico adecuado, posicionándose como una opción viable para la construcción eficiente y responsable (Terraza et al., 2025).

Por ello, esta investigación propone la incorporación de fibras naturales, las cuales son materiales abundantes y económicos, para formar un panel aislante compuesto con poliuretano. Esta combinación busca reducir la cantidad de poliuretano necesario, disminuyendo costos y mejorando la sustentabilidad del producto, sin comprometer el rendimiento térmico, lo cual representa una alternativa viable y eficiente para mejorar el aislamiento en cubiertas residenciales. Además, se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica para diseñar, elaborar y evaluar el comportamiento térmico de estos paneles, demostrando su utilidad como una opción innovadora, eficiente y sustentable para la construcción.

Metodología

Enfoque

Esta investigación adoptará un enfoque mixto, integrando elementos cuantitativos y cualitativos para abordar el problema desde una perspectiva técnica y contextual. En la dimensión cuantitativa, se llevarán a cabo ensayos experimentales que permitirán medir propiedades térmicas de los paneles, como la conductividad y la retención de calor. En paralelo,

el enfoque cualitativo permitirá analizar aspectos como la viabilidad de uso de fibras naturales locales, su disponibilidad, el impacto ecológico y su aplicabilidad en el entorno de viviendas de Santo Domingo. Esta combinación busca no solo validar el rendimiento del material, sino también su pertinencia y factibilidad en contextos reales.

Alcance de la Investigación

El alcance de este proyecto es exploratorio-descriptivo. Es exploratorio porque indaga el potencial de materiales utilizados en el contexto local, como la combinación de fibra de coco combinada con poliuretano. Dado que esta mezcla casi no se ha investigado ni aplicado localmente, es fundamental determinar su viabilidad técnica y los beneficios que podría ofrecer como aislante térmico. Paralelamente, el estudio será descriptivo, enfocándose en la observación y el registro del comportamiento de los paneles fabricados, tanto en la identificación de sus características físicas, como resistencia y estabilidad, así como su desempeño frente a la transferencia de calor y su capacidad para disminuir las temperaturas dentro de una vivienda, con esta información se podrá entender si estos materiales realmente sirven como alternativa sostenible para aplicaciones en cubiertas residenciales.

Contexto de la Investigación

El proyecto se desarrollará en Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador), como parte del proceso de titulación en la carrera de Mecánica Industrial del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, durante el segundo semestre del año 2025. Las pruebas y elaboración de los materiales se realizarán en el laboratorio de la institución, utilizando equipos disponibles y aplicando metodologías técnicas adecuadas. Se trabajará con fibras naturales obtenidas de residuos agrícolas de la zona, promoviendo el uso de recursos locales y sostenibles.

Población

Paneles aislantes que pueden elaborarse mediante la combinación de poliuretano y fibras naturales utilizados en la industria de la construcción.

Muestra

Tres paneles prototipo elaborados con fibras naturales seleccionadas por su disponibilidad regional, bajo costo y propiedades térmicas. Cada panel se fabrica mezclando un tipo de fibra con poliuretano en proporciones variables, lo que permitirá comparar su comportamiento térmico bajo condiciones simuladas de exposición al sol.

Fuentes

- **Fuentes primarias:** Observación técnica durante la fabricación y pruebas térmicas con y termómetros.
- **Fuentes secundarias:** Artículos sobre aislamiento térmico, normas constructivas, estudios previos sobre fibras naturales y paneles compuestos.

Diseño de la Investigación

El diseño será de tipo experimental, porque se trabajará con variables controladas, como el tipo de fibra natural, su proporción incorporada en la mezcla y el método de encapsulado dentro del poliuretano. A través de ensayos técnicos se evaluará la conductividad térmica, la temperatura superficial, la resistencia mecánica y la capacidad de retención de calor. La experimentación incluirá la fabricación de prototipos con distintas proporciones para comparar su rendimiento y determinar qué combinación ofrece un mejor desempeño térmico y estructural para aplicaciones en cubiertas residenciales. Además, este enfoque ayudará a ver con claridad cómo cambian las propiedades del panel según la mezcla utilizada y que tanto mejora el aislamiento.

Procedimiento

- Diagnóstico inicial: Análisis del problema térmico en viviendas locales y recopilación de información técnica y científica sobre materiales aislantes alternativos.
- Selección y preparación de materiales: Recolección, limpieza, secado y acondicionamiento de las fibras naturales. Adquisición del poliuretano necesario.

- Diseño experimental: Definición de metodología para fabricar paneles aislantes con fibras naturales y poliuretano encapsulado.
- Fabricación de paneles: Mezcla de materiales en proporciones definidas, moldeo y curado controlado para asegurar la solidez estructural.
- Pruebas térmicas: Evaluación de la conductividad térmica de los paneles mediante termómetro infrarrojo con imágenes térmicas.
- Análisis de datos: Organización de resultados en tablas comparativas y análisis con herramientas estadísticas descriptivas.
- Problemas y soluciones: Mejora en la homogeneidad de mezclado y control de humedad mediante ajustes técnicos y tratamientos térmicos.
- Conclusiones e informe: Elaboración de conclusiones sobre la viabilidad de los paneles y redacción del informe final con recomendaciones.

Recolección de Datos

Para garantizar resultados confiables y objetivos, se propone emplear diversas técnicas e instrumentos para la recolección y análisis de datos:

Técnicas.

- Observación técnica: Se registrarán aspectos cualitativos durante la elaboración de los paneles, como textura, homogeneidad y tiempos de fraguado, utilizando una guía estructurada en formato digital.
- Medición térmica: Se emplearán termómetros para registrar temperaturas externas e internas de los paneles durante las pruebas.
- Análisis comparativo: Los datos recolectados se organizarán en hojas de cálculo para facilitar su análisis, comparación y representación gráfica.

Instrumentos Propuestos

- Termómetro digital.

- Cronómetro y balanza electrónica.
- Guía estructurada de observación técnica

Resultados

En este apartado se presentan de forma detallada los resultados obtenidos durante la elaboración, evaluación térmica y análisis comparativo de los paneles aislantes encapsulados con fibras naturales de abacá, coco y caña de guadúa diseñados para su aplicación en cubiertas residenciales en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Diseño del Prototipo

El diseño de los paneles se realizó mediante software de modelado tridimensional Programa CAD, definiendo dimensiones estándar de $500 \times 500 \times 20 \text{ mm}$. Este diseño permitió visualizar el comportamiento estructural del panel y garantizar uniformidad en los prototipos fabricados, facilitando posteriormente la comparación de resultados térmicos entre los diferentes tipos de fibras naturales utilizadas.

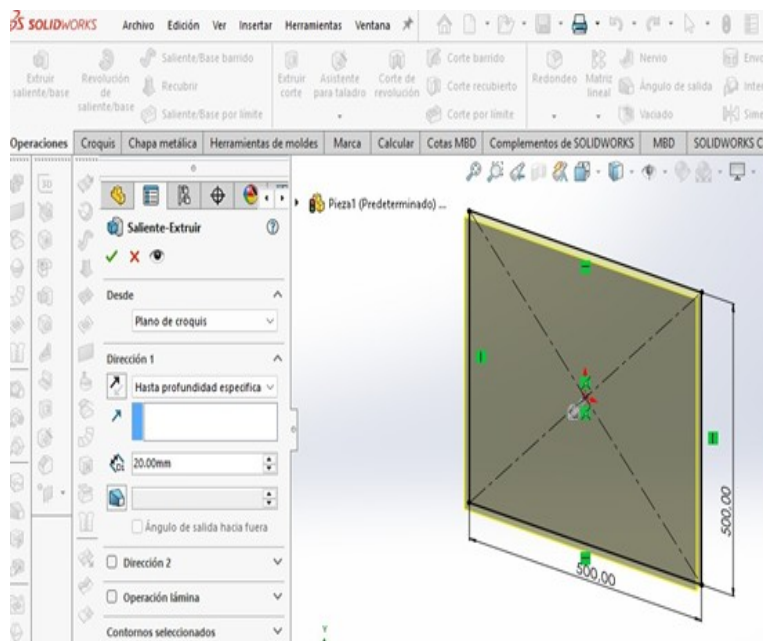


Figura 1. Diseño de prototipos de los paneles en programa CAD

Nota. Vista de la interfaz de diseño donde se establecieron las cotas de 500 mm para estandarizar el área de exposición de los prototipos. Esta etapa fue crucial para asegurar que la densidad de las fibras fuera comparable entre las distintas muestras.

Fuente: Elaboración propia (2026).

Fabricación del Molde Metálico

Se construyó un molde metálico específico para la elaboración de los paneles, el cual permitió contener adecuadamente el poliuretano y las fibras naturales durante el proceso de encapsulado. El uso del molde garantizó un espesor uniforme y evitó deformaciones durante el fraguado del material.



Figura 2. Molde metálico para la elaboración de los paneles con fibras naturales

Nota. El dispositivo cuenta con un sistema de cierre hermético y superficies lisas para facilitar el desmolde tras la expansión del poliuretano, evitando la formación de burbujas de aire en los bordes del panel.

Fuente: Elaboración propia (2026).

Preparación de las Fibras Naturales

Las fibras naturales de abacá, coco y caña de guadúa fueron seleccionadas considerando su disponibilidad regional y sus propiedades físicas. Posteriormente, se realizó la medición del peso de cada fibra y su distribución homogénea dentro del molde, asegurando una adecuada interacción con la matriz de poliuretano (ver Tabla 4).

Encapsulado con Poliuretano

Las fibras fueron encapsuladas mediante la incorporación de poliuretano líquido dentro del molde, permitiendo que este rodeara completamente el material fibroso. Este proceso favoreció la cohesión del panel, logrando una estructura rígida y estable tras el fraguado.



Figura 3. Panel aislante en estado sólido tras el proceso de encapsulado
 Nota. Estructura final del prototipo tras el fraguado del poliuretano. El material alcanzó su rigidez definitiva, garantizando la cohesión con las fibras y un espesor uniforme de 50 mm (dimensión del molde).
Fuente: Elaboración propia (2026).

Curado y Desmolde

Una vez completado el tiempo de curado, los paneles fueron retirados del molde y sometidos a una inspección visual y manual, verificando la correcta solidificación, la ausencia de fisuras y la estabilidad estructural de cada prototipo.

Tabla 1
 Composición de los paneles aislantes

Componente	Caña Guadúa	Fibra de Coco	Fibra de Abacá
Dimensiones del Panel (mm)	500×500×20	500×500×20	500×500×20
Matriz (Poliuretano) [g]	244.0	281.4	447.4
Refuerzo (Fibra Natural) [g]	47.0	43.3	29.1
Encapsulado (Recubrimiento) [g]	26.0	23.3	24.5
Peso Total Final [g]	317.0	348.0	501.0

Nota. Los pesos fueron registrados mediante balanza digital previo al proceso de curado. El peso del poliuretano varía según la densidad de empaquetamiento de cada fibra.

Fuente: Elaboración propia (2026).



Figura 4. Prototipo desmoldado para verificación física
 Nota. Registro visual del panel tras el proceso de desmolde, donde se verifican las dimensiones estándar de 500 × 500 × 20 mm. Esta uniformidad geométrica es indispensable para garantizar que el cálculo de transferencia de calor sea preciso y comparable entre las distintas muestras del estudio.
Fuente: Elaboración propia (2026).

Resultados de la Evaluación Térmica

Los ensayos térmicos se realizaron mediante sensores digitales, registrando las temperaturas exterior e interior de cada panel para determinar su capacidad de aislamiento térmico. Las mediciones se efectuaron a las 11:29 am, horario en el que la radiación solar es más intensa debido a la posición elevada del sol, lo que permitió evaluar el desempeño térmico de los paneles bajo condiciones críticas representativas de la exposición real en cubiertas residenciales. Los datos obtenidos fueron consignados en fichas de observación técnica (ver Tabla 5).



Figura 5. Termómetro infrarrojo visual

Nota. El uso de este sensor permitió mapear térmicamente la superficie del panel, detectando posibles "puentes térmicos" o puntos calientes que no captan los sensores convencionales.

Fuente: Elaboración propia (2026).

Tabla 2
Resultados de la Evaluación Térmica

FICHA DE OBSERVACIÓN			
Nombre del proyecto	Elaboración de paneles aislantes encapsulados a base de poliuretano y fibras naturales		
Fecha de observación	19/1/2026		
Lugar de observación	Taller de mecánica del Instituto		
Hora de observación	11:29 am		
Parámetro / Fibra Natural	Caña Guadúa	Fibra de Coco	Fibra de Abacá
Dimensiones del Panel (mm)	500×500×20	500×500×20	500×500×20
Temperatura Exterior (°C)	31	33	32
Temperatura Interior (°C)	24	25	23
Diferencial Térmico (ΔT)	7 °C	8 °C	9 °C
Transferencia de Calor (J/s)	4.8 J/s	5.5 J/s	6.2 J/s

Eficiencia Térmica	Excelente (1°)	Muy Buena (2°)	Funcional (3°)
--------------------	----------------	----------------	----------------

Nota. Los valores de flujo de calor fueron validados mediante el Termómetro Infrarrojo Visual Fluke VT04. La **caña guadúa** presentó el mejor desempeño aislante, con la menor transferencia de calor (4.8 J/s) y además fue el panel más liviano (317 g), facilitando su instalación. El **abacá** logró la mayor reducción de temperatura (9 °C), aunque permitió mayor paso de calor (6.2 J/s). Por su parte, la **fibra de coco** mostró un rendimiento equilibrado, con 5.5 J/s de transferencia y una reducción térmica de 8 °C, destacándose por su consistencia en relación con el peso de fibra.

El panel elaborado con fibra natural de caña de guadúa presentó una transferencia de calor de 4.8 J/s, valor que representa la tasa de energía térmica que atraviesa el material por segundo. Se registró una temperatura en la cara exterior de 31 °C y una interior de 24 °C, evidenciando un gradiente térmico $\Delta T = 7\text{ °C}$.



Figura 6. Medición de transferencia de calor de panel fibra de caña guadúa

Nota. Toma de datos en condiciones críticas de exposición real. Procedimiento de medición en la estructura de prueba; aquí se validó cómo la estructura hueca de la caña guadúa contribuye a la baja transferencia de calor mencionada en los resultados.

Fuente: Elaboración propia (2026).

El panel con fibra de coco registró una transferencia de calor de 5.5 J/s, alcanzando temperaturas de 33 °C en el exterior y 25 °C en el interior, con una diferencia térmica de 8 °C.



Figura 7. Medición de transferencia en panel encapsulado en fibras naturales de coco
Nota. Durante esta fase se monitoreó la cara interna del panel para verificar la estabilidad de los 25 °C registrados frente a la radiación solar directa del exterior.
Fuente: Elaboración propia (2026).

Por su parte, el panel fabricado con fibra de abacá presentó una transferencia de calor de $6.2 J/s$, con una temperatura exterior de $32^{\circ}C$ e interior de $23^{\circ}C$, logrando una diferencia térmica de $9^{\circ}C$.

De esta manera, los resultados obtenidos demuestran que el tipo de fibra natural empleada influye directamente en el comportamiento térmico de los paneles aislantes. La caña de guadúa mostró la menor transferencia de calor, lo que indica una mayor eficiencia aislante, posiblemente relacionada con su estructura fibrosa y menor densidad aparente.

Aunque el panel de abacá presentó la mayor diferencia térmica, su mayor valor de transferencia de calor sugiere que, pese a reducir la temperatura interior, permite un mayor flujo térmico en comparación con los otros materiales. En términos generales, los tres paneles evidenciaron un comportamiento térmico favorable, confirmando que el encapsulado de fibras naturales en poliuretano constituye una alternativa viable para aplicaciones en cubiertas residenciales.

Discusión

Los resultados evidencian que la incorporación de fibras naturales en una matriz de poliuretano modifica de manera significativa el comportamiento térmico de los paneles aislantes. En particular, la caña de guadúa presenta la menor transferencia de calor (4,8 J/s), lo que indica una mayor resistencia al flujo térmico en comparación con las fibras de coco y abacá. Este comportamiento puede asociarse a su estructura interna hueca y a su menor densidad aparente, factores que favorecen la retención de aire y reducen la conductividad térmica, coincidiendo con lo reportado por Terraza et al. (2025) y Velasco et al. (2015) sobre el desempeño de materiales naturales en sistemas constructivos.

Aunque el panel de abacá alcanza el mayor diferencial térmico (9 °C), su mayor tasa de transferencia de calor sugiere que la reducción de temperatura interior no necesariamente implica una menor transmitancia global, aspecto que también ha sido señalado en estudios comparativos de aislantes compuestos (Ripoll & Yepes, 2023). La fibra de coco muestra un comportamiento intermedio y equilibrado, manteniendo una relación adecuada entre peso, reducción térmica y flujo de calor.

En términos generales, los hallazgos confirman que el encapsulado con poliuretano actúa eficazmente como matriz estructural y barrera protectora, asegurando cohesión y estabilidad dimensional, en concordancia con lo descrito en investigaciones sobre materiales compuestos poliméricos reforzados con fibras naturales (Berdejo, 2022).

No obstante, el estudio se limita a ensayos bajo condiciones controladas y a prototipos de escala reducida, por lo que futuras investigaciones deberían evaluar el comportamiento a largo plazo, la resistencia mecánica frente a cargas reales y la durabilidad ante exposición prolongada a humedad y radiación solar.

Conclusión

Se elaboraron paneles aislantes encapsulados a base de poliuretano y fibras naturales mediante procesos propios de la mecánica industrial, tales como diseño de moldes, control dimensional y evaluación experimental. Los paneles fabricados cumplieron con las dimensiones estándar de $500 \times 500 \times 20 \text{ mm}$, evidenciando su factibilidad técnica para ser incorporados en cubiertas residenciales y su potencial para reducir la transferencia de calor sin consumo energético adicional.

La comparación entre las fibras naturales utilizadas mostró diferencias significativas en el comportamiento térmico de los paneles. Mediante el uso del Termómetro Infrarrojo Visual Fluke VT04 se validó dicho comportamiento, permitiendo determinar con precisión técnica que la caña guadúa alcanza una transferencia de calor de 4.8 J/s . Gracias a la capacidad del instrumento para capturar mapas de calor y detectar variaciones térmicas superficiales de forma precisa, se comprobó que este material minimiza los puentes térmicos y optimiza la resistencia al flujo de energía, consolidándose como el aislante más eficiente entre las fibras naturales evaluadas al limitar la ganancia térmica en el interior del recinto.

El uso de poliuretano como material encapsulante demostró ser efectivo como aglutinante, asegurando la integridad estructural de los paneles y una adecuada adhesión de las fibras naturales. Asimismo, el encapsulado brindó protección frente a la humedad y a condiciones ambientales adversas, lo cual resulta fundamental para aplicaciones en el ámbito de la construcción.

La evaluación experimental evidenció que todos los prototipos desarrollados son técnica y ambientalmente viables como alternativas de aislamiento térmico. La fibra de abacá alcanzó la mayor reducción de temperatura interior, con valores de hasta 9°C ; sin embargo, su mayor transferencia de calor y peso total afectan su eficiencia global en comparación con la caña guadúa que presentó un mejor equilibrio entre desempeño térmico y peso del panel.

Los resultados obtenidos respaldan el aprovechamiento de residuos agrícolas locales como una solución sostenible para mejorar el confort térmico en viviendas de Santo Domingo de los Tsáchilas, demostrando la posibilidad de desarrollar materiales constructivos con impacto ambiental positivo y aplicación práctica en el campo de la mecánica industrial.

Referencias bibliográficas

- Aceroform. (2023). *Laminado*. Obtenido de <https://www.aceroform.com.mx/blog/laminado/>
- Aguirre, A. (2023). *Aislamiento térmico*. Obtenido de <https://areacooling.com/es/glosario-de-terminos-hvac/aislamiento-termico/>
- Aliyev, A. (22 de junio de 2025). *Aislamiento de poliuretano: tipos, ventajas y desventajas, costos*. Obtenido de Greenmatch: <https://www.greenmatch.co.uk/insulation/materials/polyurethane>
- Alvarado Palacios, K., Vélez Torres, G., & Peñafiel, A. (2025). Análisis de Ciclo de Vida de materiales usados en viviendas sociales en Ecuador. *Maskana*, 16(1), 307-319.
- Ariza Orquín, D., & del Val Molina, J. (2022). *Análisis comparativo de diferentes soluciones de aislamiento térmico en paneles prefabricados de hormigón para edificación*. Universidad de Zaragoza. Obtenido de <https://zagan.unizar.es/record/120328#>
- ASTM. (2025). *Normas de aislamiento térmico*. Obtenido de <https://store.astm.org/products-services/standards-and-publications/standards/thermal-insulation-standards.html>
- BDBN. (22 de noviembre de 2023). *Ventajas y desventajas del uso de poliuretano en la impermeabilización*. Obtenido de <https://www.bdbnpresupuestos.com/ventajas-desventajas-poliuretano/>
- Bennett, L. (2024). *¿Qué es el moldeo por compresión? Detalles explicados*. Obtenido de <https://www.rapiddirect.com/es/blog/what-is-compression-molding/>
- Berdejo Nieves, R. (2022). *Simulación de las propiedades mecánicas y térmicas de un material compuesto de matriz polimérica reforzado con fibras naturales*. Obtenido de <https://repositorio.uac.edu.co/handle/11619/4163>
- Borja Giménez. (2023). *Aislamiento térmico: qué es, tipos y beneficios*. Obtenido de <https://www.repsol.com/es/energia-avanzar/innovacion/aislamiento-termico/index.cshtml>
- Caballero, A. (2023). *Eficiencia energética: qué es, ejemplos y cómo conseguirla*. Obtenido de Climate Consulting: <https://climate.selectra.com/es/eficiencia-energetica>
- Corporación Hayden. (julio de 2023). *Ventajas y desventajas de la proyección térmica*. Obtenido de <https://www.haydencorp.com/the-advantages-and-disadvantages-of-thermal-spray>
- De La Espriella, M., & Velasco, M. (2021). *Tratamientos químicos superficiales para el uso de fibras naturales en la construcción: concretos y morteros*. Cartagena: Univesidad de Cartagena.
- Franklin, O., & Nazer, A. (2025). Evaluación técnica de un panel aislante aglomerado basado en semillas de papaya. *Obras y Proyectos*(37), 15-24. doi:10.21703/0718-2813.2025.37.3232
- GAD Municipal Santo Domingo. (agosto de 2021). *La ciudad: Situación*. Obtenido de https://www.santodomingo.gob.ec/?page_id=3151

Grupo PCC. (2024). *Resistencia térmica: un parámetro clave en el aislamiento de edificios*. Obtenido de <https://www.products.pcc.eu/es/blog/resistencia-termica-un-parametro-clave-en-el-aislamiento-de-edificios/>

Jiménez Dianderas, G., Montoya Robles, T., & Loayza León, S. (2024). De la "Quesana" tradicional a un sistema modular de paneles aislantes de Totorá. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 125-146.

Lázaro Urrutia, M., Alvear Portilla, D., & Rodríguez, I. (2025). Desarrollo y fabricación de nuevos paneles de aislamiento empleando materiales ecológicos. *Anales De Ingeniería Mecánica*, 1(4). Obtenido de <https://publicaciones.asoc-aeim.es/anales/article/view/106>

Lira Cortés, L., González Rodríguez, O., & Méndez Lango, E. (2008). Medición de la conductividad térmica de algunos materiales utilizados en edificaciones. *Simposio de metrología*, 1-5.

Long, E. (2025). *Materiales naturales vs. sintéticos: ¿cuáles son más sostenibles para la construcción?* Obtenido de <https://www.unsustainablemagazine.com/natural-vs-synthetic-materials-which-are-more-sustainable/>

Mercado, M., Filippin, M., & Barea, G. (2021). *Influencia de la envolvente con bajos niveles de transmitancia en el consumo energético de viviendas en climas cálidos*. Artemis. Obtenido de <http://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/153162>

Moebs, W., Ling, S., & Sanny, J. (17 de noviembre de 2021). *Física universitaria volumen 2*. Obtenido de OpenStax: <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-2/pages/1-introduccion>

Morgan, E. (2024). *¿Qué es un material compuesto? Tipos y usos*. Obtenido de <https://www.rapiddirect.com/es/blog/what-is-composite-material-types-uses/>

Mosquera Perez, A. (2024). *Fibras naturales de mayor uso y potencial en la industria de la construcción*.

National Insulation Association. (2024). *Tipos de aislamiento*. Obtenido de <https://insulation.org/about-insulation/insulation-types/>

Omer, N., Choo, Y., Ahmad, N., & Mohd Yusof, N. (2021). Encapsulación asistida por ultrasonido de extracto de Pandan (*Pandanus amaryllifolius*). *Ultrasonics Sonochemistry*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417721003357>

Ortiz Caicedo, P., Gonzales Vega, A., Montaña Roldan, V., Chica Tambaco, A., & Álava Vélez, C. (2023). Eficiencia de sistemas de aislamiento térmico. *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, 3(2), 43-50. Obtenido de <https://tech.iberojournals.com/index.php/IBEROTECS/article/view/631>

Pascual Román, N. (2015). *La eficiencia energética en el uso de la vivienda: factores incidentes*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/49409>

Pelegrín Fuster, J. (2012). *Aislamiento térmico en cubiertas: ejecución y puesta en obra*.

Polyexcel. (2020). *Qué es aislamiento térmico y sus principales tipos*. Obtenido de <https://polyexcel.com.br/es/esp-industria/sepa-que-es-aislamiento-termico-y-sus-principales-tipos/>

Proaño Quezada, H. (2014). *Determinación de la eficiencia térmica del poliuretano utilizado como aislante térmico, en ESPROM-PUR Ambato*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <https://dspace.esepoch.edu.ec/items/9eb4f542-ed1f-4c8c-b518-597a3e243b35>

Ramírez, T. (2025). *Diferencias entre materiales naturales y artificiales en la industria manufacturera y cómo optimizar su uso*. Obtenido de <https://www.cleverence.com/articles/business-blogs-es/what-do-manufacturers-mean-by-natural-vs-artificial-3849201/>

Ripoll Puentes, A., & Yepes Ayola, E. (2023). *Análisis de los sistemas de aislamiento térmico en edificaciones residenciales de hormigón*. Obtenido de <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstreams/e9070c77-0ba0-4973-8f1a-0e6fc5f00f8d/download>

Ripoll Puentes, A., & Yepes Ayola, E. (2023). *Publicación: Análisis de los sistemas de aislamiento térmico en edificaciones residenciales de hormigón*. Universidad de Cartagena.

Ronan Ye. (2024). *Moldeo por inyección frente a extrusión: diferencias y comparación*. Obtenido de <https://www.3erp.com/blog/injection-molding-vs-extrusion-differences-and-comparison/>

Sesmero Irala, A. (2019). *Las fibras naturales: una opción sostenible para la construcción*.

Slow Studio. (2023). *Aislamientos naturales*. Obtenido de <https://www.slowstudio.es/research/aislamientos-naturales>

Tavira, C. (2023). *Tipos de Transferencia de Calor: Diferencias y Recomendaciones*. Obtenido de <https://www.nutec.com/es/newsroom/articulos/tipos-de-transferencia-de-calor>

Terraza, M., Villalba, A., & Alchapar, N. (2025). Análisis comparativo de materiales aislantes térmicos convencionales y no convencionales para la construcción. *Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 14(28), 38-51. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10341467>

TESY Iberia. (2022). *¿Qué es el confort térmico y cómo conseguirlo ahorrando energía?* Obtenido de <https://tesy.es/blog/confort-termico-conseguirlo-ahorrando-energia/>

Thermtest. (2021). *Conductividad térmica*. Obtenido de <https://thermtest.com/what-is-thermal-conductivity>

Velasco, L., Goyos, L., Delgado, R., & Quezada, Y. (2015). Evaluación de paneles aislantes fabricados en fibras de totora (*Typha latifolia*). *Gaceta técnica*, 23-32. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-03082024000100125&script=sci_arttext

Wilson, M. (2021). *El costo ambiental de los sintéticos*. Obtenido de <https://www.trailrunnermag.com/people/environment-people/the-environmental-cost-of-synthetics/>