

Green roofs and their impact on thermal comfort in family homes
Cubiertas ecológicas y su impacto en el confort térmico en viviendas familiares

Autores:

Barreto-Vera, Nathaly Mercedes
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Portoviejo – Ecuador



Nbarreto4041@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0005-0253-1125>

Olmedo-Arcenales, Kevin Paúl
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Portoviejo – Ecuador



kolmedo8505@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0002-4950-3138>

Ruiz-Párraga, Wilter Enrique
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Portoviejo – Ecuador



wilter.ruiz@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-0045-9781>

Fechas de recepción: 19-SEP-2025 aceptación: 22-OCT-2025 publicación: 30-DIC-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>

Resumen

Uno de los principales desafíos que enfrenta el parque inmobiliario en ciudades en crecimiento es la limitada incorporación de tecnologías ambientalmente sostenibles, orientadas a mejorar el confort térmico en el interior de las viviendas, especialmente las unifamiliares. En el caso de Portoviejo, se identifican zonas con presencia de islas de calor urbano, generadas principalmente por actividades antrópicas y patrones de ocupación del suelo. En este contexto, la investigación se desarrolló mediante un enfoque cualitativo que incluyó revisión bibliográfica, trabajo de campo y la aplicación de encuestas al sector poblacional. El propósito fue obtener información precisa para sustentar el análisis en base a la evaluación cualitativa del impacto que podrían tener las cubiertas ecológicas en el confort térmico de viviendas unifamiliares. Los resultados evidencian una marcada disposición de la población a incorporar cubiertas verdes como alternativa constructiva, dado que estas pueden contribuir a la reducción de costos de servicios, mejorar las condiciones de habitabilidad y optimizar la relación costo-beneficio. No obstante, su aplicabilidad enfrenta limitaciones derivadas de enfoques tradicionalistas en la construcción y de la escasa evidencia empírica disponible que respalde de manera concluyente su implementación a gran escala.

Palabras clave: Cubiertas ecológicas; confort térmico; soluciones sostenibles; impacto.

Abstract

One of the main challenges faced by the housing stock in growing cities is the limited incorporation of environmentally sustainable technologies aimed at improving indoor thermal comfort, particularly in single-family dwellings. In the case of Portoviejo, several areas have been identified with the presence of urban heat islands, mainly caused by anthropogenic activities and land-use patterns. In this context, the research was conducted through a qualitative approach that included a literature review, fieldwork, and surveys applied to the target population. The objective was to obtain accurate information to support the analysis and qualitative assessment of the potential impact of green roofs on the thermal comfort of single-family housing. The findings reveal a significant willingness among the population to adopt green roofs as a constructive alternative, as these can contribute to reducing service costs, improving living conditions, and optimizing the cost-benefit ratio. However, their applicability faces limitations derived from traditionalist construction approaches and the lack of empirical evidence to conclusively support their large-scale implementation.

Keywords: Green roofs; thermal comfort; sustainable solutions; impact.

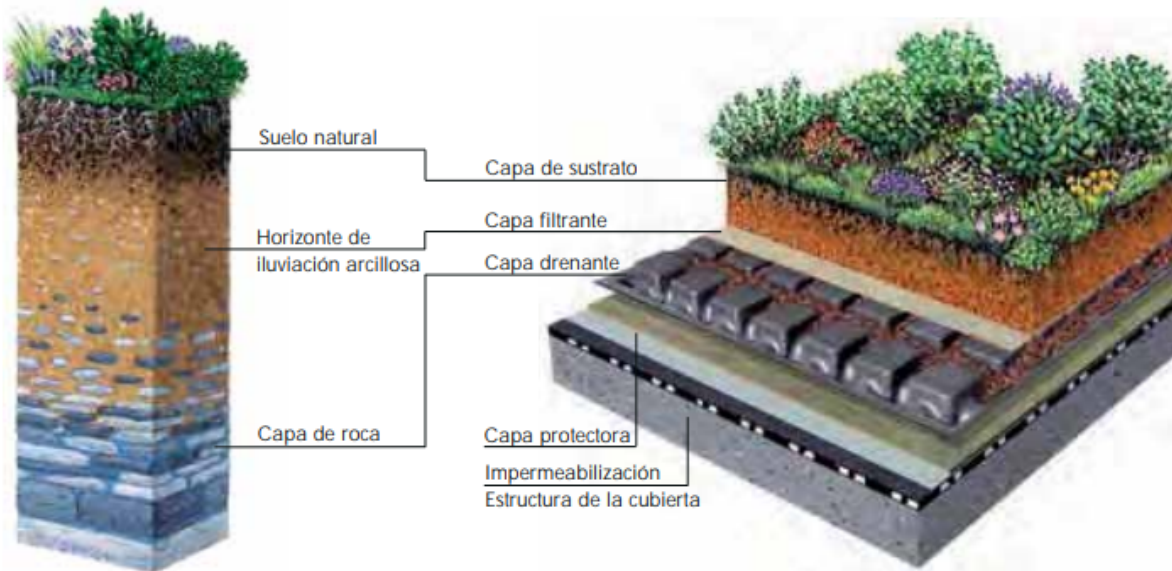
Introducción

La industria de la construcción influenciada por la exponencial tasa de crecimiento urbanístico a nivel global, ha incurrido entre otras cosas, a una serie de elementos que conjugan en la desaparición de áreas verdes nativas, según Núñez, (2021). La desaparición de estas áreas provoca un cambio significativo en los patrones naturales del comportamiento meteorológico de las zonas intervenidas, alterando los microclimas que, a su vez, alteran la denominada percepción térmica, lo que encamina en la necesidad de la búsqueda de elementos constructivos amigables, sostenibles y ecológicos Silva et al., (2023)

A lo largo del tiempo, la construcción ha contribuido a la destrucción de la naturaleza mediante la tala de árboles para edificaciones. Una medida compensatoria eficiente son las cubiertas verdes, que actúan como jardines en los techos de la vivienda, sin embargo, en el contexto latinoamericano, el techo de chapa de zinc es uno de los elementos más populares en la arquitectura latinoamericana, y en muchas otras regiones con climas cálido húmedo, señalan Ortiz et al., (2021), dejando de lado alternativas ecológicas y relativamente más costosas en términos absolutos.

La viabilidad del empleo de estos tipos de cubiertas depende de factores económicos, ambientales y estructurales, siendo este último la mayor limitante quizás en la toma de decisión de este tipo de azoteas. Entre los beneficios se identifican principalmente, el aumento del avalúo del bien, espacios de ocio, ahorro energético, aumento de áreas verdes, aunque su adopción se destaca por la retención del calor producto de la radiación solar al interior de la vivienda, sostiene Rodríguez et al., (2021), ya que estos “son tecnologías novedosas que han generado la oportunidad de que desde la arquitectura sostenible se piense en la construcción de edificios amigables con el medio ambiente” (Solano, 2019). El desarrollo de esta investigación se ejecutó en el marco y el propósito de delimitar las características y beneficios que conllevan a tener una cubierta ecológica, considerando que estas cubiertas, según Niebles, (2024) son la implementación de plantas con varias capas que funcionan entre si como un sistema funcional que permiten la proliferación de vegetación seleccionada. Según la revista web Rand Engineering and Architecture, (2023), las instalaciones de una cubierta verde pueden variar de acuerdo a la tipología de las plantas que y el tratamiento inicial que a estas empleen, yendo desde los \$270/m² a los \$700/m². Las partes típicas de una cubierta ecológica están formadas como se indica a continuación

Figura 1. Capas típicas de cubiertas ecológicas.
Fuente: Tomado de Zinco, 2025.



En Portoviejo, en los últimos años se han presentado serios problemas relacionados con las temperaturas, Rodríguez, (2020), aunque no se evidencian estudios detallados por falta de información meteorológica si hay reportes locales de temperaturas que oscilan los 35.5 °C Manabí Noticias, (2023). Sin embargo, la percepción térmica influye en la subjetividad popular de la intensidad de radiación diaria, especialmente en temporada de seca (verano), lo que produce la búsqueda de soluciones armoniosas con el ambiente, sin descuidar el consumo energético, factor económico, y comodidad en general. Este argumento es sustentado por lo indicado por Mayorga & Castillo, (2024), mismo que considera que el cuerpo humano obtiene conclusiones de confort térmico en base a sensaciones de temperaturas, humedad y factores asociados guiados por sensaciones térmicas.

Es importante destacar resultados derivados en investigaciones con climas similares a Portoviejo, como el caso de Soto et al., (2019), en Medellín, sostienen que los techos o cubiertas de hormigón o que tengan en su composición hormigón, permiten una mejor calidad térmica en el interior a comparación de viviendas con techos de láminas de zinc y/o madera (recurrentes en sistemas inmobiliarios de estratos bajos), ya que el confort térmico depende completamente de la temperatura exterior, dada a la reducida inercia térmica de los materiales constructivos empleados. De la misma manera, Calderon, (2019) en su investigación detecta que materiales reciclables pueden hasta cierto punto generar un confort térmico relativamente elevado, a los empleado por zinc, tejas de asbesto cemento, etc, esta investigación declara la importancia de la sustitución de los materiales tradicionales. Por otro lado, en el caso local, Veliz & Gonzalez, (2018), en un análisis de temperaturas en varios puntos de Portoviejo, declaran que las oscilaciones de temperatura fluctúan entre 19°C a 22°C en las noches, y de acuerdo a la ubicación de la viviendas de las muestras (de interés

social) podrían tener variaciones de hasta 4°C, siendo las de techo de hormigón las de mayor variación de temperatura presentaron, esta investigación destaca las manchas de calor de la ciudad y su incidencia en el confort térmico de las viviendas.

La necesidad de poseer viviendas confortables térmicamente hablando, hace posible el análisis de viviendas con cubiertas verdes, aunque estas ya se han presentado por generaciones como una forma ecológica y adaptativa a las necesidades de la población, especialmente rural de Manabí Hidalgo et al., (2021) dado que este tipo de estructuras mantiene una relación armoniosa con la naturalidad del proceso ambiental y lo caótico del sistema urbano (ruido, smog, calor, etc.). En palabras de Prieto, (2020) el sector de la construcción genera una demanda exorbitante de energía antes, durante y después del proceso constructivo. (p. 18), por lo que es necesario reducir este consumo con alternativas eficientes, aunque no muy populares por limitantes económicos, estructurales y, sobre todo, que se alejan del sistema constructivo tradicional.

Cabe indicar que, esta investigación no plantea la construcción de algún inmueble, por otro lado, pretende determinar la calidad del confort térmico de viviendas con cubiertas ecológicas en relación con las viviendas con cubiertas convencionales, sean estas de zinc, hormigón, etc.

Material y métodos

Material

La evidencia científica sobre los beneficios de las cubiertas ecológicas es sólida y ha sido ampliamente demostrada en investigaciones realizadas a nivel mundial. Estas estructuras, diseñadas para mejorar el confort térmico y reducir el impacto ambiental, han ganado relevancia en países donde la sostenibilidad es un eje central en la construcción. Sin embargo, en América Latina, el panorama es diferente. Las prácticas constructivas tradicionales, la falta de enfoque en la reducción de la huella ecológica mediante sustitutos y materiales aligerados, y la escasa promoción de tecnologías sostenibles han hecho que este tipo de estructuras sean prácticamente invisibles y extremadamente raras.

En el contexto de esta investigación, uno de los principales desafíos radica en determinar, de manera subjetiva, las cualidades de confort térmico que ofrece una vivienda con cubierta ecológica en comparación con aquellas que utilizan materiales convencionales como el zinc o el hormigón. Este análisis resulta complejo debido a la interacción de múltiples factores, entre ellos la ubicación geográfica de la vivienda, las características de los materiales utilizados en su construcción, el tamaño del núcleo familiar y los niveles de exposición a la radiación solar.

Además, es importante destacar que, en zonas como Portoviejo, donde las cubiertas ecológicas son prácticamente desconocidas, evaluar su impacto no solo implica un análisis técnico, sino también un esfuerzo por sensibilizar a la población sobre sus beneficios. La implementación de estas estructuras podría ofrecer soluciones significativas frente a los desafíos del cambio climático y el creciente consumo energético, siempre y cuando se adapten a las necesidades y limitaciones locales.

Se empleo de manera muy exhaustiva una revisión en campo, revisión bibliográfica, así como la revisión técnica de manuales y aplicativos tanto nacionales como internacionales, apegándose a las condiciones actuales de la ciudad y el cantón, así como en la provincia en general. Se considera que, la composición típica de las cubiertas ecológicas posee entre otros aspectos, capas impermeabilizantes, drenantes, retenedoras, filtrantes, sustratos, protección al sustrato y la plantación. El impermeabilizante es técnicamente la capa de contacto entre el tejado y el elemento en sí, que impide la filtración de fluidos, el drenante o capa drenante facilita del drenaje del exceso de agua evitando la sobresaturación del sustrato, por otro lado, la capa retenedora mantiene el agua suficiente para que sea absorbida por las plantas; a esa capa le antecede la capa filtrante, misma que su función específicamente es evitar que las partículas del sustrato se mezcle y obstruya la capa inferiores, asegurando el correcto funcionamiento de sistema. El sustrato es el medio donde se generan los procesos bióticos del jardín, el mismo que evita la degradación del sistema sobre el cual se plantea, y luego se culmina con la “plantación” que no es más que la cobertura vegetal visible, en este punto se dispone de la selección y disposición de las plantas adecuadas para el ambiente y sostenibilidad del proyecto.

Por otro lado, resultó fundamental la elaboración de una encuesta con un enfoque interpretativo, dejando de lado la objetividad puramente cuantitativa. Esto se debe a que el confort proporcionado por una estructura no puede reducirse únicamente a datos numéricos, pues depende en gran medida de la percepción subjetiva de cada individuo. Por ello, fue necesario evaluar no solo las experiencias personales relacionadas con el confort térmico, sino también el nivel de conocimiento general de un público que podría ser potencial usuario o empleador de este tipo de cubiertas ecológicas.

La encuesta permitió explorar las percepciones y actitudes hacia las cubiertas ecológicas, con el objetivo de identificar posibles barreras de adopción, como la falta de información, la percepción de costos elevados o el desconocimiento de sus beneficios. Este enfoque interpretativo resulta esencial para comprender las expectativas y necesidades del público, especialmente en contextos como Portoviejo, donde la implementación de soluciones sostenibles en las viviendas es todavía incipiente.

Métodos



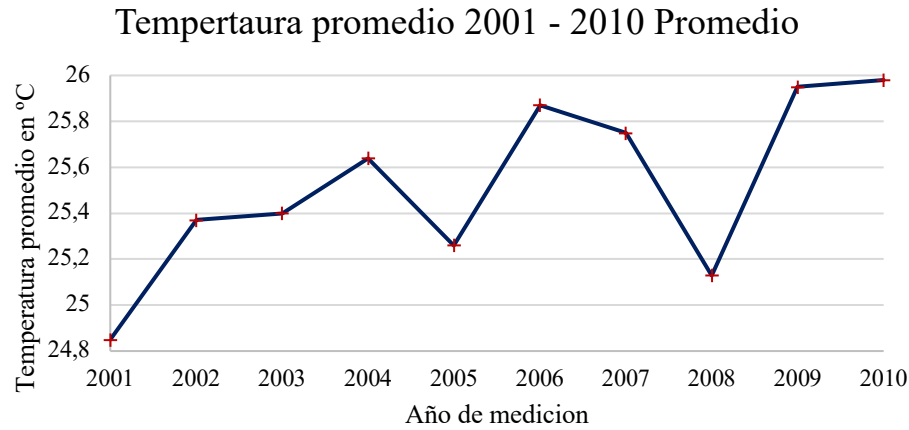
En Portoviejo, es poco común encontrar estructuras que puedan ser consideradas como verdaderas cubiertas verdes. La mayoría de los casos corresponden a sistemas de jardinería ornamental o decorativa, limitados a áreas relativamente pequeñas, que no cumplen con el concepto integral de una cubierta verde diseñada para generar beneficios ambientales y de confort térmico, considerando esencialmente que el término “confort térmico” es definido como el estado mental que refleja la satisfacción con el ambiente térmico, señala Flores, (2025).

Esta situación plantea importantes preocupaciones sobre la viabilidad de implementar este tipo de cubiertas en zonas residenciales o en áreas con alta demanda de reducción de contaminación ambiental. Sin embargo, las proyecciones de crecimiento demográfico ofrecen una perspectiva que podría favorecer la adopción de sistemas constructivos sostenibles.

Según Reyna et al., (2017), Portoviejo proyecta un crecimiento poblacional anual de entre el 5% y el 7%. Además, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) estima que, para el año 2050, la población de Portoviejo superará los 377,000 habitantes. Este escenario plantea la necesidad de soluciones constructivas orientadas a generar confort con un menor consumo de recursos, promoviendo un desarrollo urbano más sostenible.

La posibilidad de implementar cubiertas ecológicas en Portoviejo depende también de factores climáticos e hidrometeorológicos específicos. Según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI, (2017) las temperaturas máximas en la ciudad alcanzan un promedio de 35.9 °C, mientras que la media máxima se sitúa en 30.8 °C y la media mínima en 20.4 °C. Los meses de mayo a septiembre suelen registrar las temperaturas más bajas, con valores por debajo de los 19.5 °C. En general, el clima de Portoviejo, y de la provincia de Manabí, se caracteriza por su equilibrio, con temperaturas que oscilan entre 24 °C y 36 °C.

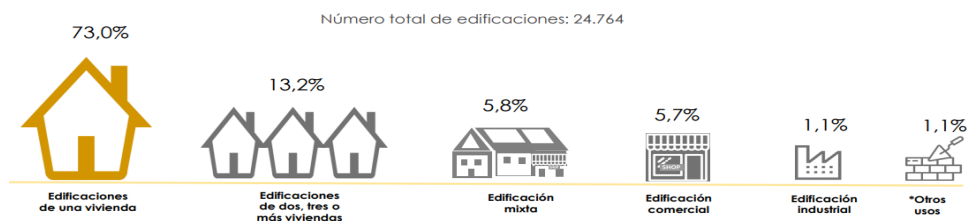
Figura 2. Temperaturas promedio anuales para Portoviejo.
Fuente: Anuario Meteorológico del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2017.



Manabí presenta dos zonas climáticas: una con clima tropical de sabana hacia la costa y otra con clima tropical monzónico en la región occidental. En el cantón Portoviejo, se distinguen dos estaciones claramente definidas: una temporada lluviosa o invierno, que se extiende entre los meses de enero y abril, y una época seca o verano, que abarca de mayo a diciembre. Estas condiciones climáticas representan tanto retos como oportunidades para la implementación de cubiertas ecológicas, ya que demandan un diseño adaptado al clima local para maximizar su funcionalidad y beneficios. En este contexto, investigaciones como las de Toala et al., (2022) señalan que las relaciones de humedad en temporada invernal oscilan del 60% al 80%, algo estrechamente relacionado a las temperaturas promedio.

Uno de los factores clave para la implementación de cubiertas verdes está estrechamente vinculado al tipo de estructuras predominantes en la construcción. Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, (2020) el hormigón fue el material predominante en el 89% de los proyectos estructurales desarrollados durante ese año. Este dato resalta la relevancia del hormigón en zonas con proyecciones residenciales significativas, especialmente considerando que el 73% de las estructuras habitacionales construidas correspondieron a viviendas unifamiliares. La preferencia por el hormigón como material principal se debe, en gran parte, a su durabilidad, resistencia y adaptabilidad a las condiciones climáticas locales.

Figura 3 Edificaciones en construcción al año 2020
Fuente: INEC; ENED, 2020.



Esto es un factor considerablemente importante, dado que Promateriales, (2010), detalla en su publicación “Cubiertas Planas: Impermeabilización y Cubierta Ecológica” que estas por sus consideraciones de peso, no presentan mayores problemas a la hora de calcular las cargas actuantes sobre la estructura, sin embargo podría variar la sobrecarga de la cubierta de entre un 5 a 25% de acuerdo al tipo de a implementar, puesto que ECOEDIFICA, (2022) indica que las cubiertas ecológicas extensivas (con arbustos y plantaciones ornamentales) suelen oscilar entre 1.5 a 4 kN/m² y las cubiertas ecológicas intensiva (cubierta con grandes arboles), bordean los 3 y 12 kN/m².

Estas adaptaciones también deben considerar las características particulares de las viviendas unifamiliares, que representan una mayoría significativa del parque habitacional en la ciudad, y que podrían ser el punto de partida para promover soluciones sostenibles a nivel residencial.

Para la determinación del grado de confort de una vivienda con estructura de cubierta verde a una estructura convencional, se efectivizó una encuesta a propietarios de viviendas unifamiliares, que representa a la población económicamente activa con un alto índice de posibilidades constructivas, la muestra se tomó considerando una investigación de carácter cualitativa de tipo infinita, ya que se desconoce el número total de la población que se encuentra en el margen de análisis pero es superior a un valor mínimo de diez mil Aguilar, (2005).

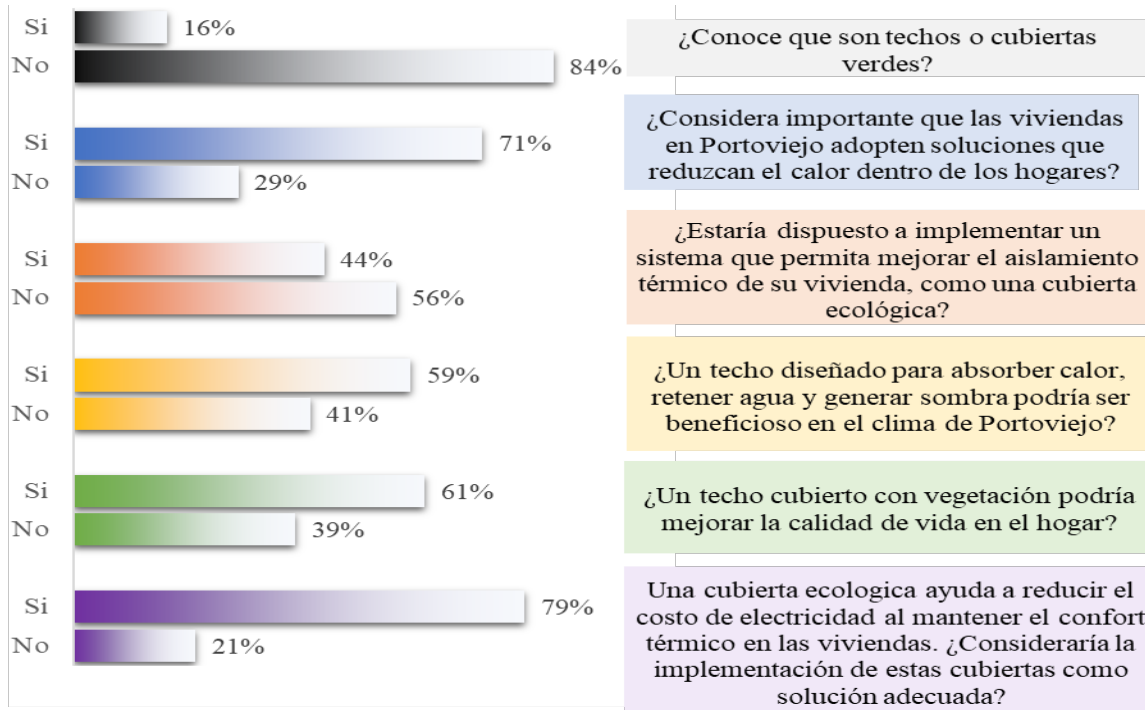
Resultados

Para la muestra se consideró un total de 80 encuestados, empleando los criterios estadísticos aplicables para esta muestra de la extensa población portovejense, y en base a aquello, se expone a continuación los resultados de la investigación, considerando en la implementación de las interrogantes, no solo determinar un eventual nivel de confort térmico en las viviendas con cubiertas ecológicas, sino también abarcar por qué no es una tecnología empleable en el medio.

Esto resulta importante para lograr comprender la dinámica constructiva en términos relativos para la no implementación de tecnológicas renovables y eco-amigables con el ambiente con el fin de reducir la huella de carbono (entre otras) desde la perspectiva del parque inmobiliario del cantón y de la ciudad en específico. En este marco, estos resultados suponen ser indispensable ya que reflejan realidades específicas envueltos en pensamientos colectivos que, arraigados a las costumbres autóctonas de la población, donde el desconocimiento y miedo a implementar nuevas metodologías, resulta inverosímil dada sus características no convencionales y no popularizadas.

Figura 4. Tendencia de respuestas al primer grupo de preguntas

Fuente: Autores



En búsqueda de una objetividad más aplicable, se ejecutaron una serie de preguntas que fueron exclusivamente puntuales, buscando patrones entre la muestra aplicable. En este sentido, en la pregunta uno, el 84% de los encuestados aseveraron desconocer lo que se denomina “techo o cubierta verde”, esto supone, como se mencionó anteriormente, una sujeción a las tradiciones constructivas, aunque también puede denotar falta de interés ya que no se encuentran inmensos directamente en un mercado inmobiliario, dado que este posee una infinidad de opciones.

Por otro lado, la capacidad de comprender las necesidades de cambio, obliga al 71% de los encuestados a afirmar en considerar que la adopción de soluciones que permitan reducir la huella calórica en los hogares portovejenses, según se detalla en los resultados de la pregunta dos; es importante acotar que, la adopción no necesariamente quiere decir en este contexto, “*construcción nueva*”, sin embargo, la evaluación del tipo estructural de las viviendas en Portoviejo resulta de suma importancia para la aplicabilidad de soluciones que minoren el impacto térmico cuando las temperaturas exteriores son extremadamente altas.

En un reflejo al desapego a lo conocido y aventurarse en “*lo desconocido*”, el 44% de los encuestados respondieron positivamente a la intención de cambiar su estructura habitacional por un sistema que, permita el aislamiento de temperatura en pro de un confort térmico. Resulta importante e interesante dado que los términos *cubierta ecológica* resultan ser “*nuevos*”, pero la predisposición de una importante muestra al cambio genera posibilidades de la implementación de estas tecnológicas eco-amigables.

Siendo conocedores de las condiciones climáticas que abrazan al cantón y en especial, a la ciudad de Portoviejo, en la pregunta cuatro, el 59% de los encuestados estuvieron de acuerdo en que un techo especialmente diseñado para absorber calor, retener agua y otras capacidades, si sería de relevantemente beneficioso para el clima de la ciudad. Esto refleja la capacidad de entendimiento y de la necesidad de generar áreas verdes (en este caso, sobre los hogares) lo que ayudaría al comportamiento del clima, proporcionando un entorno mucho más comfortable.

Por otro lado, la pregunta cinco tuvo respuestas positivas en el 61% de los encuestados, misma que sugiere que un techo con cubiertas verdes mejoraría la calidad de vida en los hogares unifamiliares. Este resultado podría ser asociado al confort que se genera por una zona arborizada, al asociarse la palabra “vegetación” a un techo, sin embargo, no resta relevancia que, el conocimiento empírico de la población genera este tipo de resultados, lo que podría crear un entorno a la introducción de este tipo de sistemas constructivos de techado.

Finalmente, la idea de poder generar un ahorro energético es tentativa y seductora a los encuestados, en este sentido, en la pregunta seis el 79% de los encuestados indicaron que considerarían la implementación de cubiertas ecológicas como soluciones para la reducción calórica, es decir, estaría dispuesto a emplear un sistema de cubierta ecológica si ello contribuyera a una reducción sustancial en los gastos mensuales de energía.

Estos hallazgos destacan no solo la necesidad de educar y sensibilizar a la población sobre los beneficios de las cubiertas verdes, sino también el potencial de aceptación de estas tecnologías si se presentan como una solución económica y eficiente. Esto plantea una oportunidad para promover su implementación a mayor escala, alineando los beneficios ambientales con el interés económico de los residentes, especialmente en un contexto donde la sostenibilidad se convierte en una prioridad creciente.

Análisis de los Resultados

La contundencia de las respuestas de manera negativa a la pregunta principal de la encuesta “¿Conoce lo que son techos o cubiertas verdes?”, donde un 84% de los encuestados respondió desconocer este sistema de tejado, en relación con un 16% que, en efecto, tiene un leve conocimiento inicial sobre estas cubiertas, evidenciando de forma generalizada el desconocimiento en relación con este tipo de soluciones. A la vez, se puede considerar que estos resultados reflejan la escasa difusión o adecuadas redes de mercadeo en de este tipo de estrategias en entornos urbanos, con la finalidad de reducir la demanda energética.

Sin embargo, este desconocimiento inicial contrasta con una percepción positiva cuando se presentan los beneficios prácticos de estas soluciones. En este contexto, el 71% de los

encuestados consideran importante que las viviendas en Portoviejo adopten soluciones para reducir el calor dentro de los hogares, lo que indica a breves rasgos la alta sensibilidad frente al problema térmico urbano latente a diario, aunque no se relacione directamente con las cubiertas ecológicas por desconocimiento.

Así mismo, cuando se plantea la posibilidad de implementar un sistema que mejore el aislamiento térmico de la vivienda mediante el uso de techo con plantas, el 44% de los encuestados respondió afirmativamente, lo que demuestra una disposición incipiente hacia el cambio, pese que un 56% aún no lo considera oportuno o viable.

En esa misma línea, el 59% de los participantes de las encuestas cree que un techo diseñado para absorber calor, retener agua y generar sombra sería beneficioso para el clima de Portoviejo, lo que refuerza la idea de que, aunque el concepto técnico sea relativamente poco conocido, las soluciones prácticas que generen confort térmico si despiertan un interés en la población.

Por otro lado, siguiendo una tendencia similar, el 61% piensa que un techo cubierto con vegetación podría mejorar la calidad de vida en el hogar, lo cual es importante ya que genera una percepción que consolida el potencial de este tipo de estructuras como parte de un parque de viviendas del sector urbano de la ciudad.

Finalmente, cuando se introducen criterios económicos en términos de ahorro en la reducción de costos de electricidad dada las prestaciones de un techo ecológico, el 79% de los encuestados consideran que sería una opción viable, lo que sustenta que el factor económico podría ser un incentivo clave para la adopción de las tecnológicas que apunten a la transformación urbanística en pro de la sostenibilidad ambiental.

Discusión

Los resultados en la presente investigación evidencian una brecha significativa entre el conocimiento teórico y la disposición práctica de la población frente a soluciones enfocadas con carácter ecológico, como las cubiertas verdes. En ese sentido, la alta tasa de desconocimiento (84%) resalta una problemática clave en contextos urbanos de climas cálidos, especialmente en zonas templadas: La limitada difusión de tecnológicas pasivas enfocadas en la mitigación térmica, a pesar del potencial comprobado en estudios como el de Oberndorfer et al., (2007) y Berardi, (2016).

Sin embargo, al analizar la respuesta de manera sucesiva, se denota una tendencia creciente a estas tecnologías cuando los beneficios son concretos (como la reducción de calor y, en consecuencia, ahorro económico). Esto evidencia con claridad que, la resistencia cultural no es impedimento para la estructuración o la implementación de tendencias ecológicas como

los techos verdes, sino que la barrera generalizada es el desconocimiento de su uso y, en consecuencia, la falta de visualización tangible de sus beneficios.

La disposición del 71% de los encuestados a considerar importantes las soluciones que contrarresten el calor de la urbe y la afirmación sustancian del 79% sobre la viabilidad económica que resultaría emplear techos verdes, se alinean a investigaciones que en su esencia, destacan la aceptación social de intervenciones sostenibles cuando estas se presentan como soluciones que generar resultados directo e inmediato Cheng et al., (2021). Esto refleja y a la vez refuerza la necesidad de implantar estrategias de educación ambiental y estructural muy de la mano con la academia, como pilar fundamental para el desarrollo sostenible de las áreas urbanas afectadas por las condiciones antropomórficas de la cotidianidad.

Bajo estas premisas, este estudio constituye una muy importante contribución al debate sobre la viabilidad sociotécnica, en relación el uso de implementación sistematizada de cubiertas ecológicas en ciudades a vías de desarrollo como Portoviejo, considerando sus limitaciones y demás factores asociados. Además, se resalta que la implementación efectiva de estas tecnológicas no depende exclusivamente de avances técnicos, sino de procesos educativos, participativos y adaptativos que involucren directamente a la población final o beneficiaria.

Conclusiones

En base a lo analizado y evidenciado en esta investigación, se permite concluir que, a pesar de la limitante en términos de conocimiento en lo que se refiere la terminología de cubiertas ecológicas o techos verdes (84% de desconocimiento), existe una alta predisposición a considerar su implementación cuando se evidencian los beneficios concretos en términos de comodidad, es decir, confort térmico.

Este hallazgo sugiere que las cubiertas ecológicas presentan en contexto, una viabilidad conceptual y técnica en entornos urbanos cálidos, siempre que se ejecuten a la par, estrategias de educación ambiental.

Desde una perspectiva técnico-constructiva, las cubiertas ecológicas pueden integrarse como elementos pasivos de control térmico, capaces de mejorar el desempeño energético de las edificaciones y contribuir a la mitigación del efecto de isla de calor urbano. Su implementación debería formar parte de los planes de desarrollo urbano sustentable, incorporando criterios de eficiencia energética, captación pluvial y vegetación adaptada al clima local. En este contexto, se recomienda el diseño de proyectos piloto que permitan

validar la eficiencia térmica y la aceptación comunitaria de este tipo de soluciones, con el fin de establecer protocolos técnicos replicables en otras ciudades intermedias del país.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338.
- Berardi, U. (2016). The outdoor microclimate benefits and energy saving resulting from green roofs retrofits. *Energy and Buildings*, 121, 217-229.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.021>
- Calderon, F. (2019). Evaluación del mejoramiento del confort térmico con la incorporación de materiales sostenibles en viviendas en autoconstrucción en Bosa, Bogotá. *Revista hábitat sustentable*, 9(2), 30-41. <https://doi.org/10.22320/07190700.2019.09.02.03>
- Cheng, X., Van Damme, S., & Uyttenhove, P. (2021). A review of empirical studies of cultural ecosystem services in urban green infrastructure. *Journal of Environmental Management*, 293, 112895. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112895>
- ECOEDIFICA. (2022). *Cubierta Ajirdenada*.
<https://www.cgate.es/pdf/Noticia%20Cubiertas%20Ajardinadas.pdf>
- Flores, S. (2025). Análisis del confort térmico entre viviendas de bambú y bloque. *Esprint Investigación*, 4(1), 420-433.
- Hidalgo, R., Pérez, O., & Milanés, C. (2021). La vivienda de los tres espacios de Portoviejo como patrimonio cultural de las comunidades rurales manabitas | Módulo arquitectura—CUC. *MODULO ARQUITECTURA CUC*, 27.
<https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.27.1.2021.09>
- INAMHI. (2017). *Anuario Meteorológico*.
- INEC. (2020). *Encuesta Nacional de Edificaciones*. INEC.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2020/2.%202020_ENED_Principales_resultados.pdf
- ManabiNoticias. (2023). *En Manabí, Napo y Orellana se registraron las temperaturas más altas en el 2023*. Manabí Noticias.com. <https://manabinoticias.com/atencion-en-manabi-napo-y-orellana-se-registraron-las-temperaturas-mas-altas-en-el-2023/>
- Mayorga, A., & Castillo, S. A. (2024). *Diseño de medidas de eficiencia energético para mejorar confort térmico de vivienda sostenible en Ecuador* [Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/62879>
- Niebles, M. (2024). *Cubiertas ecológicas: Estrategia de manejo del efecto isla calor urbano en Barranquilla* [Tesis de maestría, Universidad de la Costa Departamento de Civil y Ambiental].
<https://repositorio.cuc.edu.co/entities/publication/repositorio.cuc.edu.co>

- Núñez, J. (2021). Análisis espacial de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 11(67), 803-833.
<http://dx.doi.org/10.22136/est20211661>
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K. K. Y., & Rowe, B. (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, 57(10), 823-833.
<https://doi.org/10.1641/B571005>
- Ortiz, E., Torres, J., & Véliz, J. (2021). Evaluación térmica y lumínica en prototipos de cubiertas ligeras, para clima cálido húmedo. *Revista hábitat sustentable*, 11(2), 60-71. <https://doi.org/10.22320/07190700.2021.11.02.05>
- Prieto, O. (2020). Implementación de tecnologías ecológicas y tecnología BIM, en edificios de viviendas para la ciudad de Loja-Ecuador. *Eídos*, 11(15), Article 15.
- Promateriales. (2010). *Cubiertas Planas: Impermeabilización y Cubierta Ecológica*. Feria de Madrid.
- Rand Engineering and Architecture. (2023). *Green Roof Fact Sheet | RAND Engineering & Architecture, DPC*. <https://randpc.com/articles/energy-efficiency/green-roof-fact-sheet>
- Reyna, A., Reyna, J., & Vines, C. (2017). Escenarios de crecimiento urbano 2017 y 2022 de la ciudad de Portoviejo, Ecuador, a partir de Autómatas Celulares. *Revista San Gregorio*, 1(19), 20-33.
- Rodriguez, A., Nieto, D., & Murcia, B. (2021). *Modelo de vivienda interes social con cubierta verde extensiva en la ciudad de Girardot—Cundinamarca* [Tesis, Corporación Universitaria Minuto de Dios].
<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/12653>
- Rodríguez, W. (2020). *Cálculo de índices de cambio climático en base a datos diarios de temperatura y precipitación para la región costa en el sur del Ecuador* / [Tesis de maestría, Universidad Técnica Particular de Loja].
<http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/20.500.11962/26144>
- Silva, P., Acuña, A., & Altamirano, H. (2023). *Revisión del comportamiento térmico de cubiertas con respecto a cubiertas mixtas madera-tierra de dos viviendas* (Vol. 2023) [Proceedings paper]. Siacot 21 - Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, Colombia. Universidad Nacional De Bogotá.
<https://redproterra.org/wp-content/uploads/2023/11/programa-siacot-2.pdf>
- Soto, E., Álvarez, F., Gómez, J., & Valencia, D. (2019). Confort térmico en viviendas de Medellín. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 18(35), 51-68.
<https://doi.org/10.22395/rium.v18n35a4>
- Toala, L., Cobeña, W., Vinuesa, G., & Quimis, J. (2022). Confort higrotérmico en proyectos de viviendas unifamiliares en la ciudad de Portoviejo. *InGenio Journal: La revista de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UTEQ*, 5(1), 43-55.

Veliz, J., & Gonzalez, D. (2018). vivienda de interés social en Portoviejo. Ambiente térmico interior. *AUS* 26. <https://doi.org/0.4206/aus.2019.n26-07>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.