

REVITALIZACIÓN DEL BAHAREQUE ANCESTRAL DEL PUEBLO KICHWA SARAGURO, ECUADOR: CONSERVACIÓN, ADAPTACIÓN Y DIFUSIÓN DEL PATRIMONIO CONSTRUCTIVO

Recibido 03/04/2025
Aceptado 26/05/2025

REVITALIZATION OF THE KICHWA SARAGURO ANCESTRAL WATTLE AND DAUB, ECUADOR: CONSERVATION, ADAPTATION, AND DISSEMINATION OF CONSTRUCTIVE HERITAGE

REVITALIZAÇÃO DO BAHAREQUE ANCESTRAL KICHWA SARAGURO, ECUADOR : CONSERVAÇÃO, ADAPTAÇÃO E DIFUSÃO DO PATRIMÔNIO CONSTRUTIVO

Flor Lozano-Guamán

Magíster en Arquitectura Egresado de magíster, Facultad de Arquitectura
 Universidad Regional Amazónica Ikiam, Loja, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0001-4417-2512>
flor.lozano@ucuenca.edu.ec

Andrea Jaramillo-Benavides

Doctora en Arquitectura y Urbanismo "Docente investigadora, Escuela de hábitat, infraestructura y creatividad (EHIC), carrera de Arquitectura"
 Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ibarra, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-2181-8042>
asjaramillo@pucesi.edu.ec

Kutu Lozano-Guamán

Magíster en Arquitectónicos
 Arquitecto, Antropólogo SD Arquitectura, Saraguro, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0001-8931-9645>
kutylogu@gmail.com



RESUMEN

La construcción con bahareque ha evolucionado con el tiempo, pero hoy enfrenta el riesgo de desaparecer debido a la escasez de materiales, la falta de mano de obra y la preferencia por sistemas “más duraderos y versátiles”. Este estudio explora la revitalización del bahareque, técnica constructiva ancestral del pueblo kichwa Saraguro - Ecuador, mediante un enfoque metodológico mixto con varias etapas: análisis de materialidad, diseño, análisis estructural y construcción de un panel de bahareque que integra iconografía andina y se adapta a pórticos contemporáneos de hormigón, metal y madera; desarrollo de un taller práctico para divulgar y evaluar la viabilidad de construcción mediante mingas. Los resultados destacan la viabilidad del bahareque en construcciones actuales, con costo accesible y eficiencia estructural. Se promovió su uso al fomentar la participación comunitaria y la transmisión de conocimientos ancestrales. Es una alternativa para la construcción contemporánea, que preserva la identidad cultural y se adapta a desafíos ambientales.

Palabras clave

arquitectura tradicional, técnica mixta, paneles modulares, participación comunitaria.

ABSTRACT

Construction with wattle and daub has evolved over time, but today faces the risk of disappearing due to material scarcity, a lack of labor, and a preference for “more durable and versatile” systems. This study explores the revitalization of wattle and daub, an ancestral construction technique of the Kichwa people of Saraguro, Ecuador, through a multi-stage mixed-methodological approach: material analysis, design, structural analysis, and the construction of a wattle and daub panel that integrates Andean iconography and adapts to contemporary concrete, metal, and wood porticos; and a practical workshop to disseminate and evaluate the feasibility of construction through mingas (communal participation). The results highlight the viability of wattle and daub in contemporary construction, with its affordable cost and structural efficiency. Its use was promoted by encouraging community participation and the transmission of ancestral knowledge. It is an alternative for contemporary construction, preserving cultural identity and adapting to environmental challenges.

Keywords

traditional architecture, mixed construction, modular panels, community participation.

RESUMO

A construção Bahareque evoluiu ao longo do tempo, mas hoje corre o risco de desaparecer devido à escassez de materiais, à escassez de mão de obra e à preferência por sistemas “mais duráveis e versáteis”. Este estudo explora a revitalização do bahareque, uma técnica de construção ancestral do povo Kichwa de Saraguro - Equador, por meio de uma abordagem metodológica mista com várias etapas: análise de materialidade, projeto, análise estrutural e construção de um painel bahareque que integra a iconografia andina e se adapta aos pórticos contemporâneos de concreto, metal e madeira; Desenvolvimento de workshop prático para disseminar e avaliar a viabilidade da construção por meio de mutirões. Os resultados destacam a viabilidade do bahareque na construção moderna, com custo acessível e eficiência estrutural. Seu uso foi promovido pelo incentivo à participação comunitária e à transmissão de conhecimentos ancestrais. É uma alternativa para a construção contemporânea, preservando a identidade cultural e adaptando-se aos desafios ambientais.

Palavras-chave:

arquitetura tradicional, técnica mista, painéis modulares, participação comunitária.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente entre 650 y 700 millones de personas en el mundo aún viven en casas construidas con materiales de tierra, como adobe, barro y piedra. Esto representa alrededor de una de cada 10 o 12 personas en el planeta. (Marsh y Kulshreshtha, 2021). En Ecuador, según el censo de población y vivienda (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2022), el uso de materiales tradicionales en las construcciones disminuyó de 28,7% a un 13,3% entre censos de cada 10 años; se observan estos porcentajes de vivienda con materiales naturales: bahareque 5,2%, adobe y tapia 2,5%, madera 0,6%. La introducción de nuevos materiales industrializados ha marginado las técnicas constructivas como el bahareque, reemplazándolas por alternativas modernas que alteran el paisaje cultural y la sostenibilidad ambiental (Pesántez Pesántez y Tapia Vera, 2018).

La pérdida acelerada de saberes constructivos ancestrales, la escasa transmisión intergeneracional y el declive en la práctica de estas técnicas en comunidades de pueblos y nacionalidades originarias han dificultado el acceso a soluciones habitacionales que fortalezcan su identidad cultural y promuevan la sostenibilidad. Este fenómeno, presente en Ecuador y diversas regiones de América Latina, representa un riesgo para el patrimonio cultural tangible e intangible, y un desafío para la resiliencia social y ambiental (Cordero et al., 2003).

En el contexto latinoamericano, investigaciones presentadas en el Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con tierra (SIACOT) y los informes de la Red PROTERRA han documentado ampliamente la pérdida de las técnicas ancestrales de construcción con tierra y su impacto sociocultural (Cevallos Salas, 2003). En México, proyectos recientes en Oaxaca han promovido la recuperación y adaptación del bahareque, que fortalece el tejido social y mejora la eficiencia energética de las viviendas (López-Martínez y Torres Garibay, 2023). En Colombia, estudios en el departamento del Cauca integran técnicas tradicionales con soluciones constructivas modernas, que aumentan la durabilidad y el confort térmico de las viviendas rurales de bahareque (Cristancho Barrios, 2024). En Perú, Corrales Blanco et al. (2021) destacan la integración de saberes ancestrales con nuevas tecnologías para crear soluciones resilientes frente a fenómenos climáticos extremos. En Bolivia, el SIACOT ha impulsado la valorización de técnicas tradicionales de adobe y bahareque en proyectos que reducen el impacto ambiental y conservan el patrimonio cultural (Cordero et al., 2003; Neves et al., 2017).

En Ecuador, estudios como el de Pesántez Pesántez y Tapia Vera (2018) resaltan el valor del bahareque como expresión cultural, patrimonio tangible y alternativa sostenible. Asimismo, se han desarrollado experiencias

de mejora de la técnica del bahareque, como los paneles modulares propuestos por Vacacela Albuja y Astudillo Cordero (2015), evidenciando un interés creciente en adaptar la técnica ancestral a modelos constructivos contemporáneos. Esta situación refleja una tendencia generalizada en Iberoamérica, donde el abandono de técnicas ancestrales ha marginado saberes colectivos esenciales para el hábitat (Cordero et al., 2003).

La arquitectura de los pueblos originarios refleja una expresión y relación entre el conocimiento ancestral y el entorno natural. En el caso del pueblo Kichwa Saraguro de la provincia de Loja, al sur de Ecuador, su sistema constructivo tradicional, el bahareque, ha evolucionado en respuesta a las variaciones ambientales y culturales de la región. Es una técnica que promueve la participación comunitaria y está basada en principios de reciprocidad fundamentales para la vida colectiva (Corrales Blanco et al., 2021).

Estas prácticas han sido transmitidas por generaciones, a través del trabajo colectivo o mingas; sin embargo, la globalización ha limitado la continuidad de la transmisión de estos saberes, lo que ha provocado un declive en su práctica. Revitalizar estos procesos es fundamental para abordar los problemas habitacionales en comunidades de pueblos y nacionalidades originarias, donde las soluciones suelen provenir de materiales naturales que, si se utilizan de manera sostenible, ofrecen alternativas viables. La recuperación de estas técnicas se enmarca en los lineamientos de la UNESCO (2024) sobre salvaguardar el patrimonio inmaterial y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS11, que promueve ciudades sostenibles y resilientes.

El bahareque local, apreciado por su resistencia sísmica y eficiencia térmica, está en riesgo de desaparecer, esto amenaza el saber ancestral y la identidad cultural (Lozano Guamán, 2021), su rescate y adaptación es fundamental para preservar el patrimonio. Difundir buenas prácticas constructivas con bahareque es esencial para revitalizar esta técnica y reconocer su valor (Corrales Blanco et al., 2021).

ARQUITECTURA VERNÁCULA

La arquitectura vernácula es un testimonio cultural que surge de la adaptación de las comunidades a su entorno natural, emplea materiales locales y técnicas transmitidas por generaciones (ICOMOS, 1999; Guerrero Baca, 2017). Representa una forma de ser anónima y colectiva, refleja la historia y las costumbres de la comunidad (Calderón, 1985; UNESCO, 2003). Históricamente vinculada al contexto geográfico, social y económico, se ha adaptado para responder a las necesidades habitacionales con los recursos disponibles. Es funcional, sostenible y un medio para preservar la identidad cultural de los pueblos a lo largo del tiempo.

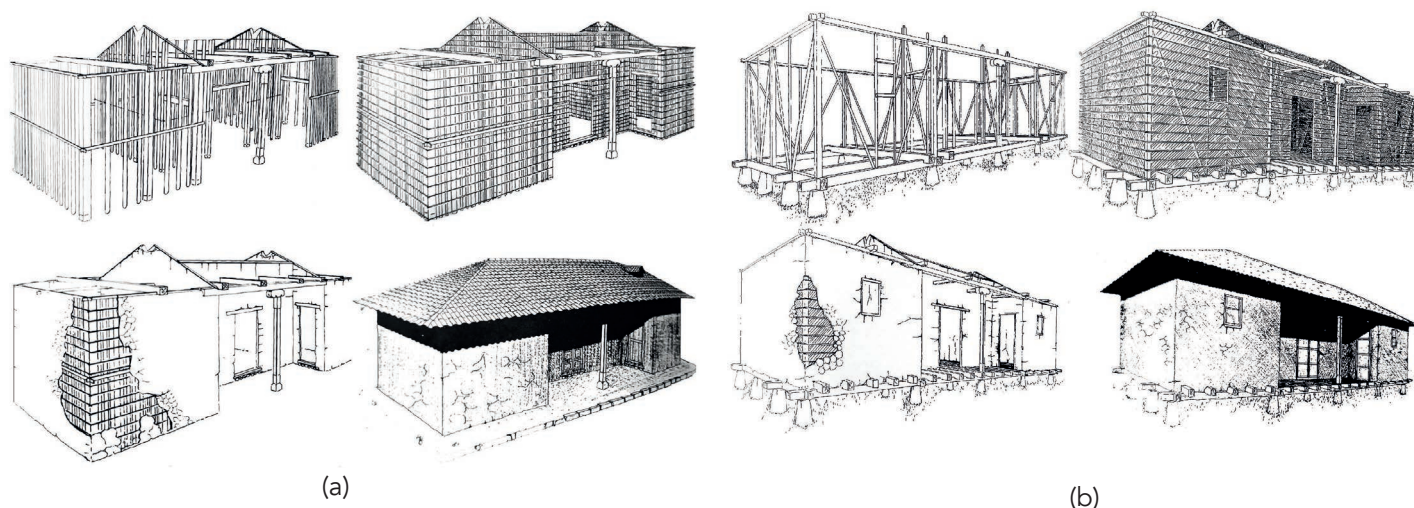


Figura 1. (a) Bahareque parado; (b) bahareque galluchaki. Fuente: Imágenes extraídas de Calderón (1985).

EL BAHAREQUE EN EL PUEBLO KICHWA SARAGURO

El bahareque, en su forma local utilizada por el pueblo kichwa de Saraguro en el sur de la sierra ecuatoriana. Emplea materiales locales como madera, barro y chincha (suro o *Chusquea scandens Kunth*). Existen dos variantes en Saraguro: el bahareque parado y el bahareque *galluchaki* (o pata de gallo) (Figura 1).

El bahareque parado tiene un entramado de madera vertical anclado en el suelo con bases de piedra para evitar la humedad, lo que otorga mayor resistencia (Calderón, 1985). Aprovecha la orientación del sol y los vientos para mejorar el confort interior (Pacheco, 2007). La deforestación y las regulaciones ambientales han llevado al reemplazo de la “madera de cerro” (término autóctono) por eucalipto. El bahareque *galluchaki* se eleva sobre piedras para evitar la humedad. Las soleras y vigas se ensamblan entre los pilares de madera labrada, que mejora la estabilidad estructural (Calderón, 1985). La mezcla de barro, que recubre el chagleado (entramado) de chincha, incorpora paja de páramo (*Calamagrostis effusa*) y hojas secas, lo que otorga un acabado resistente y versátil.

Además de su valor arquitectónico, estos sistemas fomentan la cooperación comunitaria en mingas de construcción y rituales como la *huarcuna*, que consiste en columpiarse desde una pieza estructural de la vivienda tras el embarre y enteje para validar su resistencia. El bahareque es fundamental para la preservación de la identidad cultural de las comunidades andinas, su revitalización es esencial para afrontar los desafíos habitacionales y climáticos actuales (Lozano Guamán, 2016).

Esta investigación tiene como propósito revitalizar el sistema constructivo de bahareque utilizado por el pueblo kichwa Saraguro, mediante su caracterización

y actualización desde un enfoque integral que articule dimensiones técnicas y culturales. Se busca rescatar este saber ancestral no solo como una técnica constructiva vigente, sino también como una manifestación del patrimonio material e inmaterial que fortalece la identidad comunitaria y promueve prácticas sostenibles en el territorio. Para alcanzar este propósito, se plantean los siguientes objetivos específicos: caracterizar los materiales y técnicas tradicionales del bahareque; evaluar experimentalmente la resistencia y adherencia de la tierra combinada con fibras vegetales locales; diseñar y analizar estructuralmente un panel modular adaptable a sistemas de pórticos contemporáneos; y validar su viabilidad técnica y sociocultural a través de un taller práctico participativo.

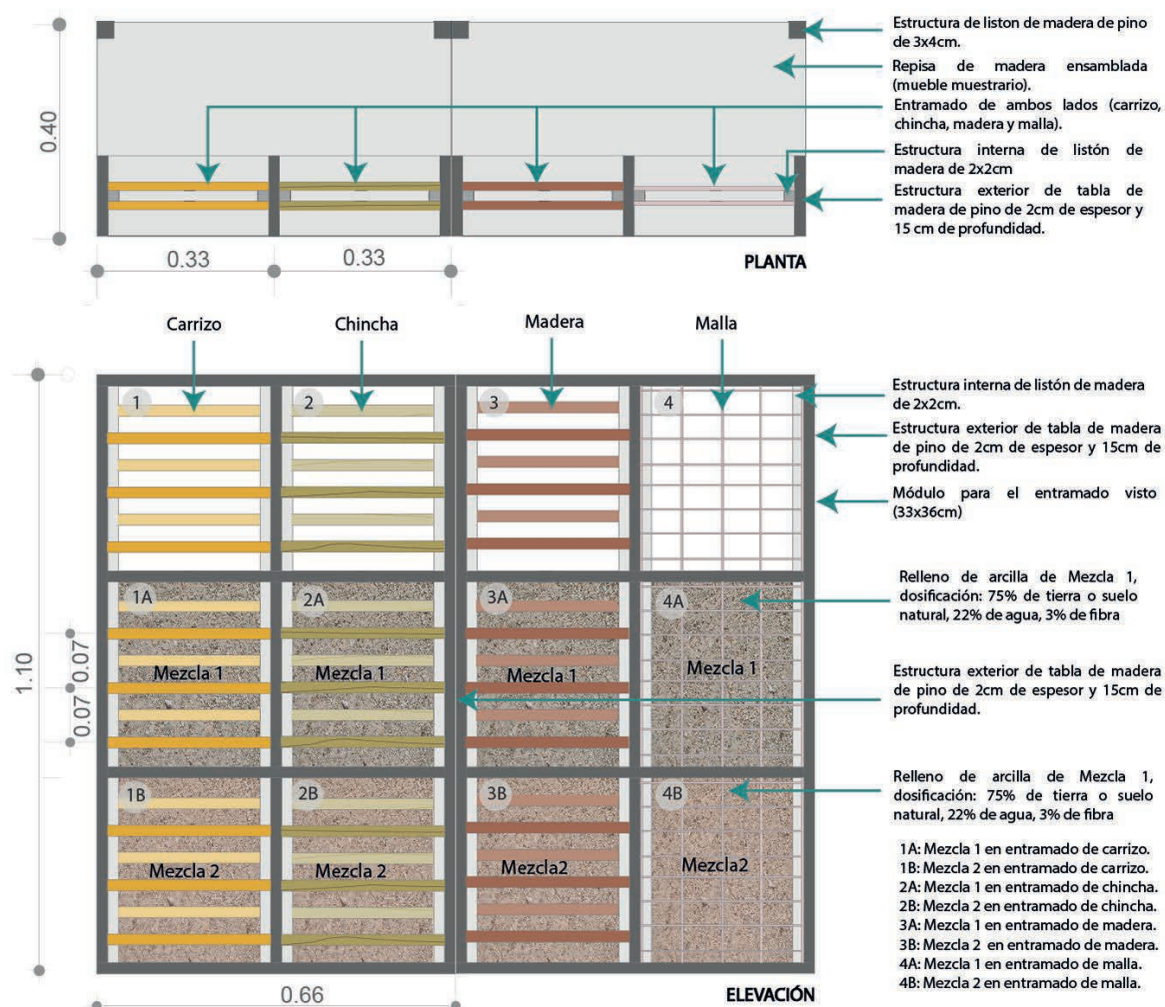
METODOLOGÍA

Esta investigación tiene un enfoque mixto: cualitativo y cuantitativo, ya que combina el análisis descriptivo y experimental con la validación práctica y comunitaria. El desarrollo se organizó en cuatro etapas principales: selección y análisis de materiales; diseño y análisis estructural del panel de bahareque; propuesta de aplicación y taller práctico; seguimiento y evaluación.

SELECCIÓN Y ANÁLISIS DE MATERIALES

Se realizó la selección de los suelos, material para entramados y fibras de la localidad, el análisis de sus características físicas, evaluación de resistencia a la compresión y pruebas de adherencia.

Se tomaron dos muestras de suelo, la muestra 1 fue tomada cerca del Parque Saludable de Saraguro, donde posteriormente se construyeron los paneles de bahareque, la muestra 2 de la comunidad de Las Lagunas, donde después se desarrolló el taller práctico.



DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA:

75% de tierra= 13607,76g (30lb)
 22% de agua= 4000g (4 lt)
 3% de fibras= 544,56g (1 1/2 lb)



Por cada 200 gr (30 libras de tierra, 4 litros de agua y una libra y media de fibra: 0,75lb de hojas de pino, 0,75lb de hoja de puquin.

PROCESO DE COLOCACIÓN DE LA MEZCLA DE BARRO, FIBRAS Y AGUA EN LOS ENTRAMADOS



Figura 2. (a) Planta y elevación del muestrario de entramado. (b) Preparación de la mezcla dosificada. (3) Aplicación de la mezcla en los entramados de carrizo, chinchá, madera y malla. Fuente: Elaboración de los Autores.

La proximidad a construcciones de tierra existentes, la cercanía al sitio de construcción y la disponibilidad de suelos adecuados fueron los criterios para la elección de estos lugares.

Las pruebas de campo y laboratorio de las muestras incluyeron el análisis granulométrico, del contenido de humedad, de los límites líquidos y de plasticidad. Paralelamente se realizaron ensayos de sedimentación en campo para analizar las propiedades del suelo en condiciones húmedas y clasificarlo según su textura. Este procedimiento posibilita clasificar los suelos en franjas de

arcilla, limo o arena, determinándose su aplicabilidad en diversas técnicas constructivas (Pahaut et al., 2020)

El ensayo de campo del rollo se realizó para identificar de manera simple la cantidad de arcilla en las muestras de suelo y determinar las dosificaciones adecuadas para su uso en el sistema constructivo: se muele la muestra de tierra hasta obtener un material fino, se añade agua para formar una pasta y se forma un rollo de 2 cm de diámetro. La ruptura del rollo se evaluó según el protocolo de la Pahaut et al. (2020): a los 7 cm la arcilla es insuficiente; entre 7 y 14 cm es ideal y a más de 14 cm es excesiva.

Se elaboraron cuerpos de prueba de tierra con fibras de paja de páramo, hojas de pino y puquín (hojas secas de la mazorca de maíz), se utilizó la normativa española UNE-EN 1015-11:2000/A1 (2007) que establece los métodos de ensayo para la determinación de la resistencia a flexión y compresión en morteros para albañilería, con adaptaciones para materiales como la tierra, tomadas de la metodología de análisis utilizada por Gonzalo Sánchez (2012).

Según la norma, se utilizó la dosificación de 75% de tierra o suelo natural, 22% de agua y 3% de una mezcla de fibras secadas naturalmente (8g de fibra por 200g de tierra) para realizar cinco probetas de 10x5x5 cm por cada muestra de suelo, fueron secadas durante siete días y luego sometidas a pruebas de compresión en el laboratorio.

Además, se realizó un análisis de adherencia mediante la construcción de paneles modulares con diferentes tipos de entramados (Gonzalo Sánchez, 2012). En cada módulo, se aplicó una mezcla de barro con fibras de paja de páramo, pino y puquín (1,5g de cada fibra). A lo largo

de tres semanas, se monitoreó la adherencia de cada mezcla en los distintos entramados. (Figura 2)

Se evaluó la adherencia de la mezcla de tierra, fibras naturales y el chagleado sobre distintos entramados, y se observó el nivel de fisuramiento en un espesor de 12 cm. En el método tradicional del pueblo kichwa Saraguro, el uso de la chincha (bambú andino o zuro) ofrece alta adherencia por su superficie rugosa e irregular, lo que reduce la separación entre materiales. Para comparar su desempeño, se aplicaron ensayos similares sobre los listones de madera rectangular, malla de gallinero y carrizo pelado. Estas pruebas evidencian la diferencia en la cohesión de los materiales resaltándose la eficacia del sistema tradicional (Gonzalo Sánchez, 2012).

DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE PANEL DE BAHAREQUE

El diseño formal del panel se basó en la técnica del sistema constructivo de bahareque *galluchaki* y estéticamente en la iconografía andina, reflejada en los gráficos compuestos por elementos diagonales y sucesivos, presentes en

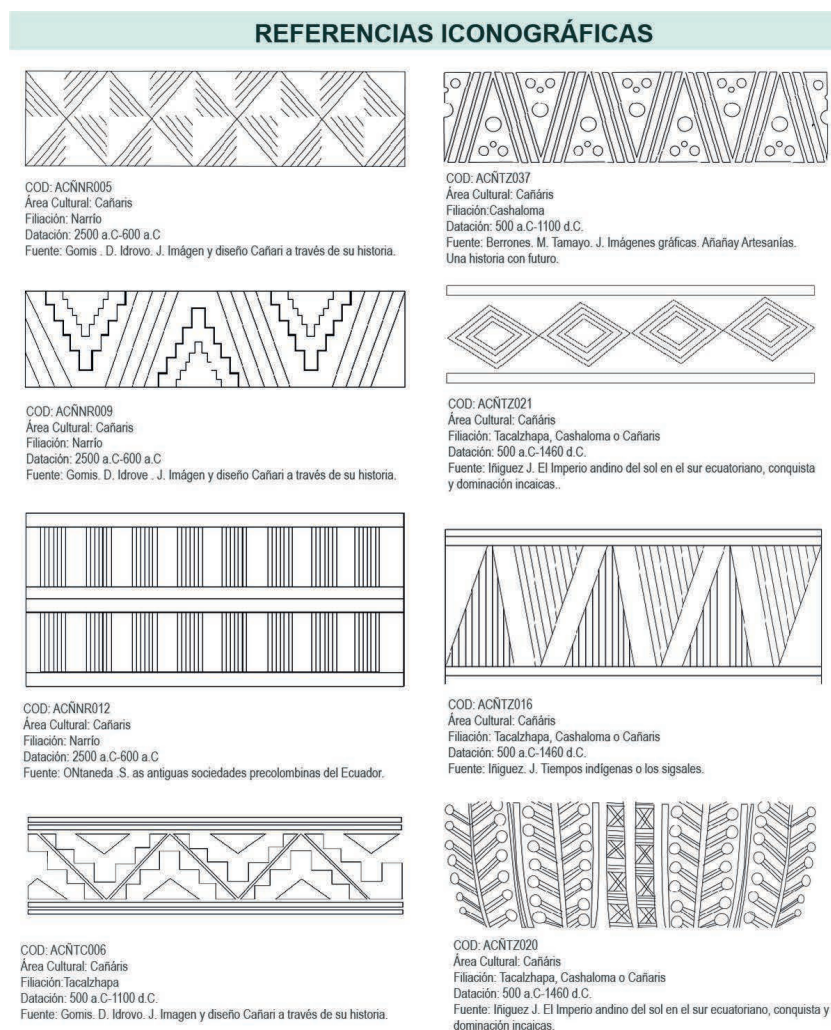
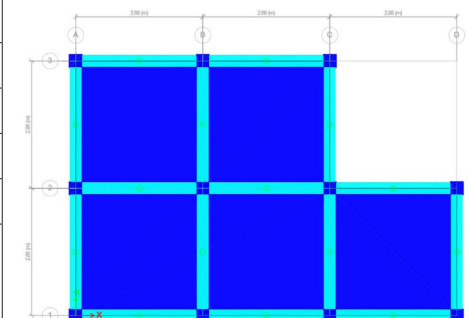
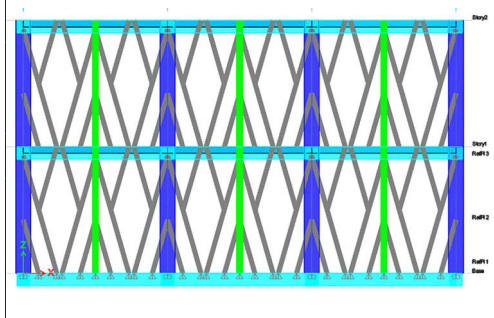


Figura 3. Referencias iconográficas para el desarrollo de propuestas de geometría estructural de panel de bahareque. Fuente: Imagen extraída de Martínez et al., (2015).

Tabla 1. Propiedades del eucalipto para la estructura de paneles. Fuente: Junta del Acuerdo de Cartagena (1984)

Tipo : B	Propiedad	Valor
EMIN	Módulo de elasticidad.	75 000 kg/cm2
PE	Peso específico	1 000 kg/m3
EPROM	Módulo de elasticidad	100 000 kg/cm2
FM	Resistencia a momento	150 kg/cm2
FC	Resistencia a compresión paralela	110 kg/cm2
FC P	Resistencia a compresión perpendicular	28 kg/cm2
FV	Resistencia a corte paralelo	12 kg/cm2
FT	Resistencia a tracción paralela	105 kg/cm2

Tabla 2. Modelo de análisis con sistema de pórticos de hormigón armado. Fuente: Elaboración de los Autores.

Detalle	Valor	Planta	Elevación Frontal
Número de pisos	2		
Altura entre piso	2.52 m		
Distancia entre ejes X	2.88 m		
Distancia entre ejes Y	2.88 m		
Irregularidad en planta	Sí		
Irregularidad en elevación	No		

textiles del pueblo Kichwa Saraguro y del vecino pueblo Kichwa Cañari. (Figura 3)

El diseño del panel consideró la posibilidad de adaptarlo a estructuras de pórticos de madera, hormigón armado, metálicas o incluso muros portantes de piedra o adobe. La propuesta buscó optimizar el uso de materiales, reducir costos, tiempos de construcción y usar materiales accesibles en el mercado local.

Se analizó la resistencia del panel con el software SAP2000, que consideró que el material estructural es la madera de eucalipto, con las propiedades indicadas en la Tabla 1.

Se analizó estructuralmente la interacción entre los paneles de madera y una estructura aporticada. Se incorporó los paneles tipo de bahareque a un sistema aporticado de hormigón armado para evaluar su impacto en la transmisión de cargas y en la rigidez de la estructura (Tabla 2), se incluyó cargas gravitacionales y sísmicas.

Se aplicaron las normas NEC-SE-DS (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2014a) para análisis sísmico, NEC-SE-GC (MIDUVI, 2014b) para

cargas no sísmicas y NEC-SE-HM (MIDUVI, 2014c) para hormigón armado.

Se desarrollaron los detalles constructivos del panel utilizando Archicad, se procuró facilitar la prefabricación / montaje y reducir el tiempo de embarado.

El prototipo del panel se construyó con base en los resultados obtenidos, se utilizó madera de eucalipto y chinch. Para la primera capa de relleno se empleó tierra de las muestras 1 y 2 en proporciones iguales, combinada con fibras como puquín y hojas de pino. Para el revoque se utilizó la muestra 1 con 15 % de fibras finamente picadas y aditivos naturales como miel de caña, sábila y cola blanca.

El análisis de precios unitarios - APU de un panel se realizó después de su construcción, cuando se tuvieron claros los rendimientos.

PROPUESTA DE APLICACIÓN - TALLER PRÁCTICO

Se desarrollaron tres propuestas de aplicación del panel en diferentes tipos de pórticos, para mostrar posibilidades de integración en estructuras de madera, hormigón o

metálicas. Para ello, se utilizó la distribución de pórticos utilizada en el análisis estructural. Como herramienta para visualización se utilizó Archicad.

Para divulgar la propuesta y evaluar su viabilidad de construcción mediante mingas se desarrolló un taller práctico donde participaron estudiantes, padres de familia que son miembros de la comunidad, docentes y profesionales en arquitectura. El taller se realizó en dos días, inició con una introducción sobre la importancia de la bioconstrucción en la actualidad. Luego, se explicaron los procedimientos para identificar los tipos de suelo. Se prepararon las fibras naturales y se realizó el batido del barro, que se aplicó como primera capa en una pared del Centro Educativo Comunitario *Inti Raymi* (CECIB *Inti Raymi*). Finalmente, se preparó y aplicó el mortero para revoque y empañetado con aglomerantes y fibras naturales en una pared de bahareque de la Casita Andina, un espacio ceremonial de la escuela comunitaria.

SEGUIMIENTO / EVALUACIÓN

Para evaluar el impacto técnico, social y cultural del taller práctico, se planteó un proceso de seguimiento longitudinal desde una perspectiva de observación participante. Dada su pertenencia al equipo técnico comunitario de Chukidel Ayllullacta, la investigadora principal se encuentra en una posición estratégica para documentar de manera continua la apropiación y réplica del sistema constructivo en diferentes escalas del territorio.

EL SEGUIMIENTO CONTEMPLA:

- Registro de procesos espontáneos de adopción del sistema, especialmente por familias o colectivos que no participaron directamente en el taller.
- Evaluación del nivel de comprensión y reproducción autónoma de las técnicas enseñadas.
- Identificación de mejoras o adaptaciones realizadas por los usuarios.
- Observación de las dinámicas sociales y simbólicas asociadas a la construcción con bahareque.

Este proceso permite valorar no solo la eficacia técnica del sistema, sino también su potencial transformador como herramienta de revitalización arquitectónica, social y cultural en el territorio. Se presta especial atención a la manera en que los saberes constructivos tradicionales se resignifican en contextos contemporáneos, y cómo la práctica colectiva (minga) favorece su transmisión intergeneracional.

En síntesis, esta metodología integra el diseño técnico, la experimentación constructiva y la evaluación sociocultural, en un proceso holístico que articula conocimiento académico y comunitario en torno a la arquitectura vernácula del pueblo Kichwa Saraguro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS DE MATERIALES

El análisis granulométrico de los suelos en laboratorio indicó que la composición de la muestra 1, con un contenido de humedad del 17.71%, fue 67.3% de arena y 32.7% de finos; mientras que de la muestra 2, con un contenido de humedad del 32.69% fue 1% de grava, 19.4 % de arena y 79.6% de finos (limo y arcilla).

Al comparar los resultados de la prueba de sedimentación con los de laboratorio se obtuvieron datos similares, en la pirámide de clasificación de suelos (Pahaut et al., 2020) se observa que la muestra 1 corresponde a un suelo franco arenoso, mientras que la muestra 2 está en el límite de un suelo franco limo arcilloso y franco arcilloso. Lo que quiere decir que la Muestra 1 es más recomendable para revoques, y la muestra 2 para rellenos (Figura 4)

En el ensayo del rollo (Figura 5), en la muestra 1, con dosificación única, la ruptura promedio fue a los 8 cm, ideal para bahareque; con 1 parte de arena y 1 parte de arcilla, fue a 6 cm, adecuado para revoques. En la muestra 2, sin ruptura en tres pruebas, indica alta cantidad de arcilla, ideal para orfebrería, pero para bahareque necesita más fibra para evitar fisuras; con 1 parte de arcilla y 2 partes de arena, ocurrió a 11 cm, adecuada para bahareque, y con 1 parte de arcilla y 3 partes de arena, a 7 cm, apropiada para revoques. Esta arcilla también puede usarse en pinturas y empañetados, que proporciona acabados brillantes.

En los ensayos de laboratorio de resistencia a la compresión de las barras (Tabla 3). Los resultados demuestran que las fibras aumentan significativamente la resistencia de las muestras, al ser las hojas de pino y puquín las más efectivas, lo que justifica su uso en la construcción de paneles. Se descartó la paja de páramo, debido a su rol ecológico en los páramos andinos, donde es esencial para la conservación del agua. En su reemplazo se optó por usar hojas de pino y puquín, materiales que ofrecen una alternativa viable a la paja y un menor impacto ambiental.

En las pruebas de adherencia los materiales demostraron ser adecuados para los entramados, pero presentaron comportamientos diferentes en cuanto a adherencia con la primera capa de barro y fibra:

- Carrizo: adherencia alta debido a su superficie lisa y redonda, pero se ve afectada por la retracción del barro, su falta de irregularidades o porosidad impide una fijación completa, por lo que se genera un agrietamiento entre ambos materiales. Para mejorar su desempeño se recomienda dividir los caños gruesos y orientar la cara más porosa hacia el barro.
- Chinchá: adherencia favorable gracias a sus caños anchos y su superficie exterior semi lisa y más porosa, tuvo mejor interacción con el barro y la fibra ya que el agrietamiento entre los materiales es mínimo.

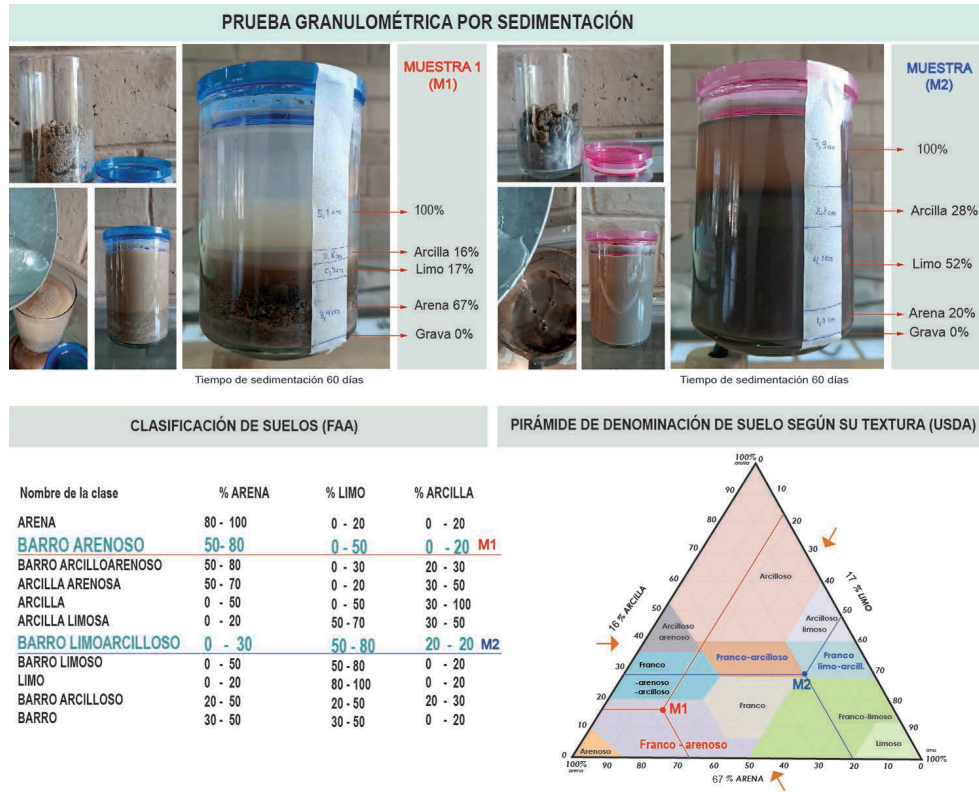


Figura 4. Resultados de granulometría de las muestras 1 y 2 en la pirámide de clasificación de suelos según su textura. Fuente: Elaboración de los Autores basada en Pahaut et al. (2020).



Figura 5. Ensayo de campo tipo rollo (a) Muestra 1; (b) Muestra 2. Fuente: Elaboración de los Autores basada en Pahaut et al. (2020).

Tabla 3. Resultados de la resistencia a la compresión en barras, muestras 1 y 2. Fuente: Elaboración de los Autores

	Descripción	Área (cm ²)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)
Muestra 1	Vacía	33.75	1455	43.11
	Paja	45	15460	343.56
	Pino	45	13876	308.36
	Puquín	45	27040	600.89
	3 fibras	45	10029	222.87
Muestra 2	Vacía	33.75	2975	88.15
	Paja	45	13325	296.11
	Pino	45	14622	324.93
	Puquín	45	22205	493.44
	3 fibras	45	13405	297.89

Se sugiere usar la chinchá de forma inversamente proporcional para asegurar un secado eficiente con mínima retracción.

- Madera: la alta porosidad en sus caras favorece la adherencia con el relleno. Los listones, colocados entre 5 a 7 cm de distancia, retienen las fibras y evitan el deslizamiento y agrietamiento durante el secado.
- Malla: excelente adherencia debido a la estructura metálica y el pequeño diámetro de sus varillas, pero se advirtió que no es un material autóctono y puede sobrecalentarse, lo que afecta la humedad interna del barro. Se recomienda usarla en revoques interiores donde hay menor exposición al sol para evitar agrietamientos desfavorables.

DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PANEL DE BAHAREQUE

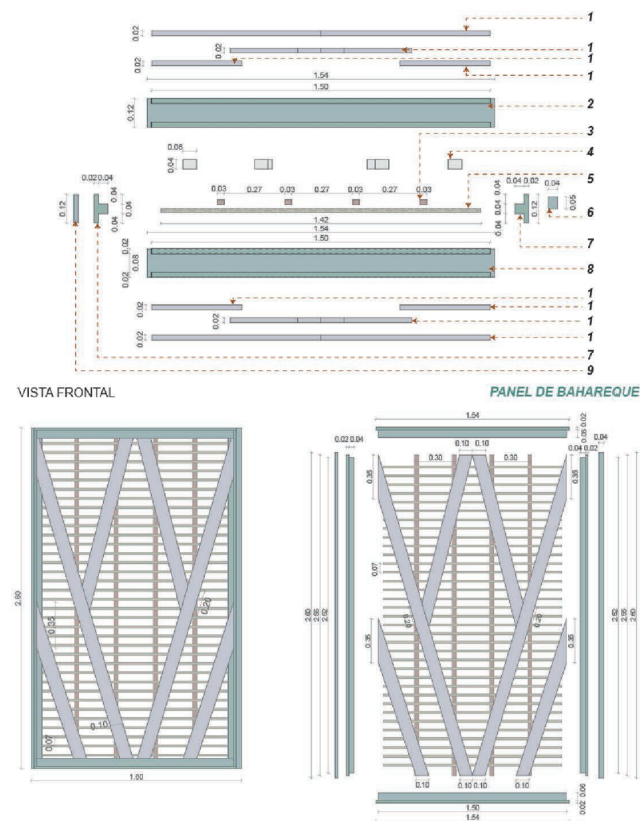
El diseño del panel de bahareque incorpora elementos geométricos derivados de la iconografía andina como triángulos, rombos y figuras de simetría axial. Estos patrones no solo enriquecen simbólicamente la propuesta, sino que también cumplen una función estructural ya que, los triángulos y rombos se integran como diagonales externas y refuerzos internos del entramado, que aportan rigidez y estabilidad al panel. De esta manera, se fusiona la funcionalidad estructural del sistema con la simbología y cosmovisión andina.

Se identificó un símbolo abstracto de la mazorca de maíz y patrones geométricos presentes en los textiles y festividades de la cultura Kichwa Saraguro (Figura 6). Estos representan la dualidad de la vida, el equilibrio y el orden cósmico, los que fueron adaptados para construir un sistema estructural contemporáneo. En idioma Kichwa, *Sara* (maíz) y *Kuru* (gusano), lo que enriquece aún más el significado cultural de la propuesta.



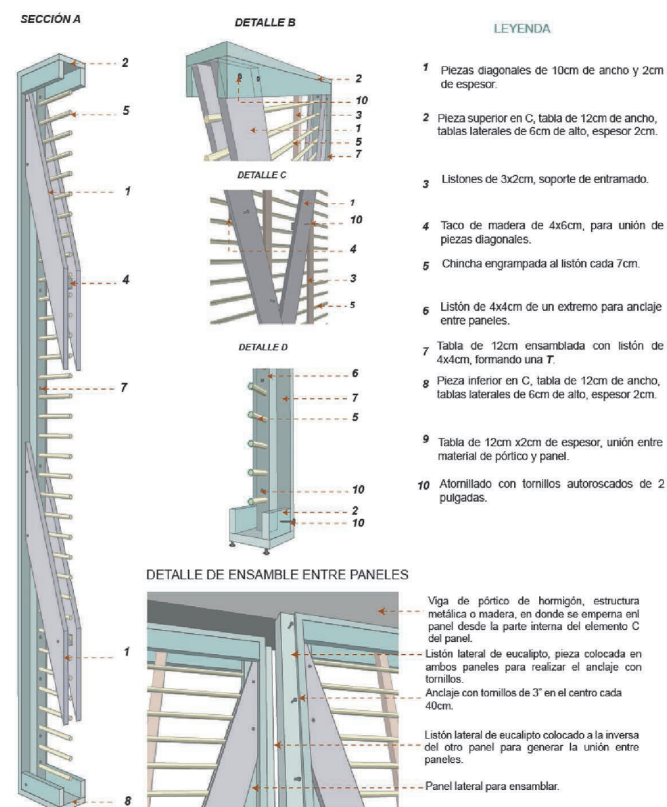
Figura 6. Análisis iconográfico y concepto de diseño de geometría. Fuente: Elaboración autores en base a Martínez et.al, 2015 e Inga, 2021.

PLANTA EXPLOTADA



(a)

SECCIÓN Y DETALLES CONSTRUCTIVOS



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 7. Panel propuesto (a) despiece; (b) detalles; (c) Fotografías del proceso constructivo y (d) resultado final del panel. Fuente: Elaboración de los Autores

Tabla 4. Comprobaciones por resistencia al pandeo elástico y resistencia a compresión. Fuente: Elaboración de los Autores

Elemento	Diámetro sección (m)	Longitud efectiva (m)	Pandeo crítico P_{cr} (kg)	Resistencia compresión ($f_c = 110 \text{ kg/cm}^2$)	Axial máximo (Kg-m)	Estado
Marco vertical	0,12	1,6	39242	12441	1806	Cumple
Diagonal principal	0,8	2,43	3356	5529	474	Cumple

Tabla 5. Comprobación de resistencia a flexión. Fuente: Elaboración de los Autores

	Diámetro sección (m)	Resistencia a momento (Kg-m)	Momento máximo (Kg-m)	Estado
Marco vertical	0,12	509	22	Cumple
Marco horizontal superior	0,12	509	727	Cumple
Diagonal principal	0,8	151	116	Cumple

Los paneles que conforman la estructura están hechos de listones de eucalipto de 3x4 cm (elemento que sujeta el chagaleado), 4x4 cm (elemento para unir los paneles) y tablas de 12x2 cm, su construcción e instalación se simplifica mediante el uso de tornillos autorroscantes, grampas y masilla de cola blanca. La Figura 7 muestra la propuesta constructiva del panel.

Con el análisis estructural del panel se pudo verificar que cumple con los requisitos de resistencia al pandeo elástico, compresión y flexión. Los datos obtenidos se presentan en las Tabla 4 y Tabla 5.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA APLICACIÓN DE LOS PANELES EN PÓRTICOS

La inclusión de paneles de bahareque en estructuras con pórticos reduce el período de vibración de 0,31s a 0,21s, lo que mejora la respuesta sísmica al disminuir la flexibilidad y las fuerzas sísmicas actuales. Si bien este efecto puede ser favorable, requiere de un análisis particular en cada caso ya que los paneles de madera y los pórticos (de hormigón, metálicos o de tierra) disparan energías de forma distinta. Cuando los paneles no tienen función estructural, los pórticos deben diseñarse conforme a la normativa correspondiente. Además, es necesario prever una junta técnica entre el panel y el pórtico para evitar rigideces no deseadas o efectos adversos.

La fijación del panel al pórtico se realiza mediante una pieza intermedia de madera (tablón de anclaje de 0,12m x 0,04m) que se emperna previamente al pórtico existente, ya sea de hormigón, metal o tierra. Esta pieza

actúa como conector flexible, protege la integridad del panel y facilita su montaje. En la base del sistema se debe tener un sobrecimiento de piedra, o una viga solera de madera, anclada al piso o cimentación, que nivela y aísla el panel del contacto directo con el suelo, que permite conservar el nivel de humedad natural de los materiales del panel. Este sistema modular de unión posibilita adaptar los paneles a distintos tipos de estructuras sin comprometer su comportamiento ni sus propiedades físicas.

PROPUESTA DE APLICACIÓN

Para visualizar la aplicación de los paneles se realizaron propuestas de vivienda en que se usó la misma distribución de pórticos utilizada en los ensayos estructurales, para viviendas de una, dos y tres plantas (Figura 8).

- Pórticos de madera: Se propone una solución para viviendas de una planta que integra paneles de bahareque en estructuras convencionales de madera. Esto permite reducir la cantidad de madera requerida, que mantiene la estabilidad y funcionalidad.
- Pórticos de hormigón armado: La aplicación de paneles de bahareque es viable en este sistema, con modificaciones en la altura de los paneles y en la distribución de los pórticos para adaptarse a edificaciones de dos niveles.
- Pórticos de estructura metálica: En construcciones de hasta tres niveles, los paneles de bahareque ofrecen una solución eficiente y sostenible que maximiza el uso de materiales locales y se integra a la estructura metálica.

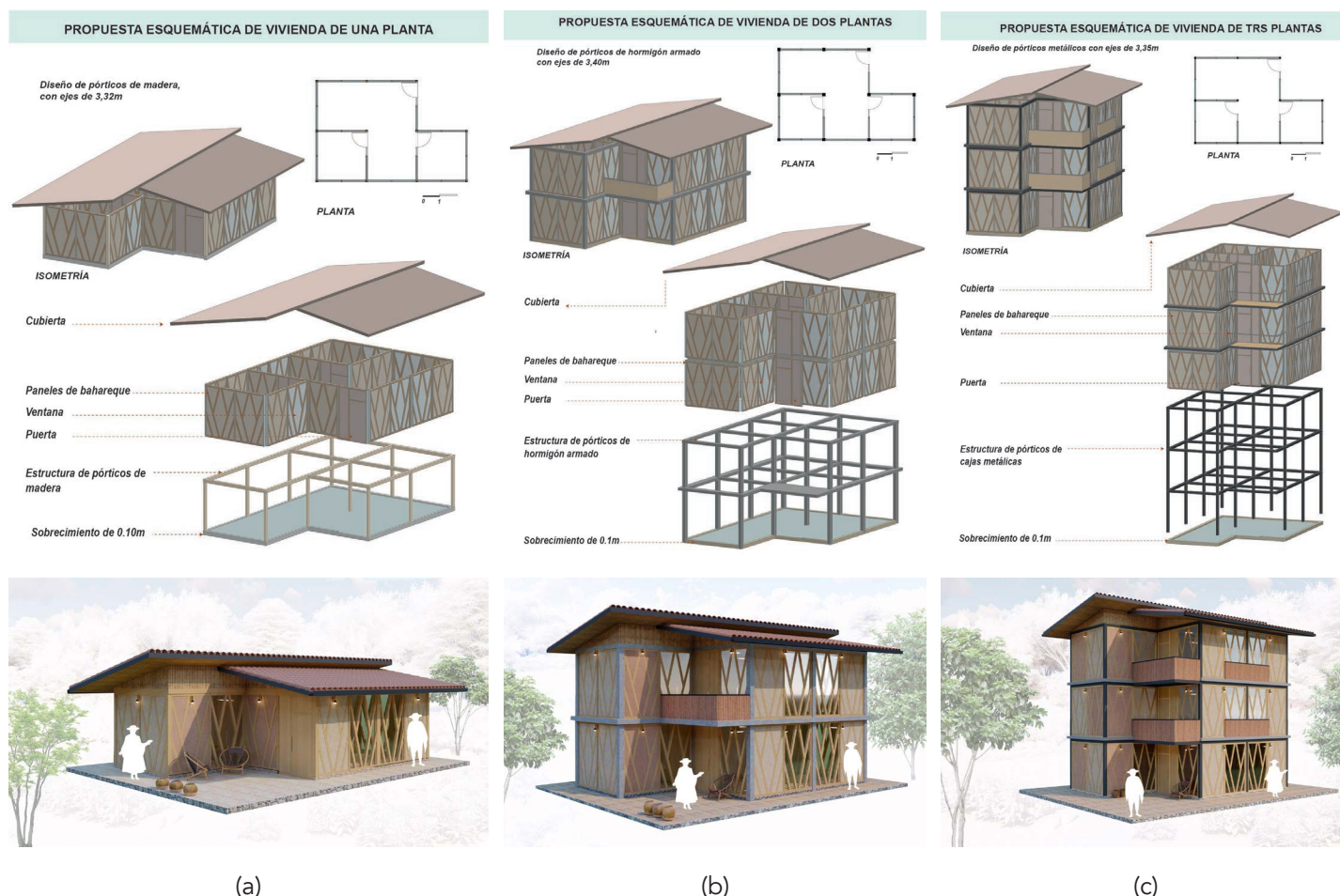


Figura 8. Aplicación esquemática de paneles (a) vivienda planta única; (b) Vivienda dos plantas; (c) Vivienda tres plantas.
 Fuente: Elaboración de los Autores

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE PANEL DE BAHAREQUE

El análisis de precios unitarios para un panel de bahareque de 1,60 m x 2,60 m considera cuatro componentes: equipos, mano de obra, materiales y transporte. Se incluye un 5% por herramientas manuales (\$0,05 USD) y la participación de un peón y un albañil, con un costo total de \$10,01 USD. Los materiales (madera de eucalipto, tornillos, chinchas, barro con fibras, entre otros) suman \$132,00 USD. El transporte representa \$3,00 USD. El costo directo asciende a \$145,06 USD, al que se añaden 15% por costos indirectos (\$21,76 USD) y un 5% de utilidad (\$7,25 USD), que alcanza un total de \$174,07 USD como valor ofertado.

Este monto corresponde al costo por unidad del panel (4,16 m²), equivalente a \$41,84 USD por metro cuadrado. Al compararlo con una pared de bloque, que cuesta \$64,39 USD por metro cuadrado (incluye revestimiento, empastado y pintura), el panel de bahareque resulta un 35 % más económico. Si bien los acabados en madera podrían aumentar el valor final, el uso de materiales reciclados y locales contribuye a mantener bajos los costos, que posiciona al bahareque como una alternativa viable y accesible dentro de la construcción sostenible.

APLICACIÓN – SOCIALIZACIÓN

En el taller de bioconstrucción en el CECIB *Inti Raymi* participaron aproximadamente 50 personas. El evento se desarrolló en dos días, con una hora dedicada al taller teórico y 15 horas al taller práctico. Esta actividad facilitó la transmisión de conocimientos ancestrales sobre construcción, ya que promovió la interacción entre generaciones y creó un ambiente de aprendizaje colectivo. Estudiantes de los últimos niveles educativos, jóvenes arquitectos locales y de otras ciudades trabajaron juntos, al superar las barreras de edad, género y nivel académico.

La bioconstrucción no se limita a fórmulas fijas, sino que debe ser un proceso experimental y vivencial, como lo enfatiza Guerrero Baca (2017). Los participantes aprendieron sobre la preparación del barro, la dosificación de suelos y experimentaron con fibras locales para mejorar la técnica constructiva. Este evento permitió a los más jóvenes reconectar con la *allpa mama* (madre tierra) y fortalecer su sentido de pertenencia con la comunidad y cultura. Además, subrayó la importancia de la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente, al crear conciencia sobre



Figura 9. Imágenes del taller de aplicación. Fuente: Elaboración de los Autores

la necesidad de preservar las prácticas constructivas ancestrales y promover el uso responsable de los recursos locales. (Figura 9)

EVALUACIÓN - IMPACTO EN LA COMUNIDAD

Después del desarrollo del taller, se realizó una coordinación con las autoridades comunitarias por la construcción de nuevos espacios que fomenten la participación colectiva y las mingas comunitarias. Asimismo, en su ejercicio profesional, se observó un creciente interés en el uso de materiales locales para proyectos familiares. La difusión de estos procesos colaborativos ha motivado a cabildos de comunidades como Chukidel Ayllullacta, Gera e Ilincho del pueblo Kichwa Saraguro, cantón Saraguro, provincia de Loja, sur del Ecuador, entre otras, a retomar las mingas comunitarias para construir nuevos espacios y revitalizar los existentes.

Tras la socialización del proceso constructivo, a través del taller práctico de tierra y su difusión en canales digitales del CECIB *Inti Raymi*, se inició un proceso comunitario para edificar una cocina colectiva con bahareque *galluchaki*. Además, se comenzó la construcción de una vivienda unifamiliar en la comunidad, en su forma tradicional con cimentación en piedra, parantes sobre soleras, diagonales de relleno, chagleado de chicha y carrizo, y embarre con fibras naturales locales. También se planteó un objeto arquitectónico con pórticos metálicos y paneles de bahareque para uso comercial y turístico dentro del contexto comunitario.

Se observa el impacto positivo de promover la preservación del saber constructivo y al mismo tiempo, explorar nuevas combinaciones de materiales y fortalecer la confianza en el uso de recursos locales como la tierra, la madera y la chicha, las que adaptan el sistema a las necesidades actuales de la población.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema constructivo de bahareque del pueblo Kichwa Saraguro, particularmente en su variante *galluchaki*, demuestra una notable capacidad de adaptación estructural y sostenibilidad material. Su implementación permite reducir significativamente el uso de materiales industrializados, al aprovechar las fibras naturales locales y métodos ancestrales de bajo impacto ambiental. La identificación adecuada del suelo, la dosificación precisa de los componentes y la incorporación de entramados vegetales han abierto posibilidades para aplicaciones innovadoras en geometrías estructurales, acabados arquitectónicos y la conservación activa de la identidad cultural.

Esta investigación contribuye al estado del arte al sistematizar prácticas constructivas que integran valor material e inmaterial, que reconocer al bahareque no solo como una técnica, sino también como expresión cultural viva. Su aplicación contemporánea no solo conserva lo edificado, sino que reactiva prácticas y ritualidades

comunitarias, que establecen un puente entre el conocimiento ancestral y las necesidades de hábitat actuales.

Si bien los cálculos estructurales avalan la resistencia de las construcciones, en viviendas de bahareque de uno a tres niveles, su exigencia podría ser flexible según el contexto y las condiciones del proyecto. La comprensión de los principios básicos de pórticos y diagonales es suficiente para garantizar la estabilidad estructural, ya que permite un amplio margen para la experimentación y adaptación de este sistema a diferentes formas arquitectónicas. La viabilidad de estas propuestas dependerá de los factores económicos y el nivel de detalle de la construcción, sin perder de vista las tradiciones locales y su aplicabilidad en el contexto actual.

Las viviendas de bahareque resuelven necesidades habitacionales y son una manifestación de la solidaridad y el trabajo colectivo de los pueblos originarios. A través de esta investigación, se ha demostrado la resistencia, posibilidades de adaptación de los materiales y la aceptación que tienen cuando se promueven procesos participativos para divulgar adecuadamente la técnica constructiva y sus particularidades.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones profundicen en aspectos cuantitativos del sistema, como: densidad y resistencia de las mezclas, peso final por módulo, coeficientes de transmitancia térmica, y estrategias para evitar puentes térmicos entre paneles. Tales datos permitirán afinar los criterios técnicos para su validación normativa, sin comprometer su esencia cultural ni su potencial como solución sostenible para hábitats rurales y periurbanos en los Andes.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CREDIT

Conceptualización, F.M.L.G., A.K.K.L.G.; Curación de datos, F.M.L.G.; Análisis formal, F.M.L.G.; Adquisición de financiación, F.M.L.G.; Investigación, F.M.L.G., A.K.K.L.G.; Metodología, F.M.L.G., A.S.J.B.; Administración de proyecto, F.M.L.G.; Recursos, F.M.L.G.; Software, F.M.L.G.; Supervisión, F.M.L.G.; Validación, F.M.L.G., A.K.K.L.G.; Visualización, F.M.L.G.; Escritura – borrador original, F.M.L.G., A.S.J.B.; Escritura – revisión y edición, F.M.L.G., A.S.J.B.

AGRADECIMIENTOS

Artículo desarrollado gracias al financiamiento de AECID - beca para el desarrollo de estudios de maestría e investigación, FO-GDC-120-V.1.0. Primera Cohorte 2022 – 2023

REFERENCIAS

Calderón, A. (1985). *Saraguro huasi: La casa en la "tierra del maíz"*. Banco Central del Ecuador.

Cevallos Salas (2003). El bahareque en zonas sísmicas. En J. A. Cordero, E. J. Martínez, y C. Martins Neves (Eds.), *Técnicas mixtas de construcción con tierra* (pp. 37-48). Proterra. https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/3_PP-T%C3%A9cnicas-Mixtas_2003.pdf

Cordero, J. A., Martínez, E. J., y Martins Neves C. (Eds.). (2003). *Construção com terra*. Catálogo de la exposición proterra. PROTERRA https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/05/6_OA-Exposici%C3%B3n-PROTERRA-CYTED_2002-2006.pdf

Corrales Blanco, J. C., Pineda Iriarte, A. P., y Salazar Rodríguez, C. C. (2021). *Revalorización de la arquitectura vernácula. Módulo de vivienda para una comunidad asháninka de Alto Kamonasharii*. Limaq, (7), 175–200. <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Limaq/article/view/5337/5107>

Cristancho Barrios, K. J. (2024). Análisis del comportamiento de muros en bahareque de tierra ante cargas horizontales [Tesis de Magíster, Pontificia Universidad Javeriana]. Pontificia Universidad Javeriana, Centro de recursos para el Aprendizaje y la Investigación. <https://vitela.javerianacali.edu.co/items/906ec3c8-a336-440f-b985-5cc164bccd34>

Gonzalo Sánchez, V. (2012). Morteros de barro estabilizados con fibras de paja, esparto y sisal para su uso como revestimientos [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/14429/>

Guerrero Baca, L. F. (2017). Pasado y porvenir de la construcción con bahareque. *Gremium*, 4(8), 69-80. <https://doi.org/10.56039/rgn08a07>

ICOMOS (1999). *Carta del Patrimonio vernáculo construido. Ratificada por la 12a asamblea general en México*. <https://culturapedia.com/wp-content/uploads/2020/09/1999-carta-patr-vernaculo.pdf>

Inga, A. (2021). *Arquitectura Kichwa Saraguro: Tradición y futuro*. Universidad Central del Ecuador.

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2022). *Resultados del Censo de Población y Vivienda 2022*. https://www.censoecuador.gob.ec/public/Boletin_Nacional.htm

Junta del Acuerdo de Cartagena. (1984). *Manual de diseño para maderas del Grupo Andino*. Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima, Perú. <https://construccionesuce.wordpress.com/2022/01/05/manual-de-diseno-para-maderas-del-grupo-andino/>

Lozano Guamán, A. K. K. (2016). *Etnografía de la arquitectura vernácula del Pueblo Saraguro* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13208>

Lozano Guamán, A. K. K. (2021). *Los valores formales de la arquitectura tradicional del pueblo Saraguro, pertinentes al movimiento moderno: Estudio tipológico de la arquitectura tradicional en la comunidad Lagunas, parroquia Saraguro* [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/37454>

López-Martínez, O., y Torres Garibay, L. A. (2023). Viviendas de bajareque y adobe en el Istmo de Oaxaca, México: una descripción post sismo. En A. Ferreira, Z. Salcedo Gutierrez, y C. Neves (Eds.). *21° SIACOT- 21° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, Bogotá y Tibasosa-Colombia, 9 al 23 de noviembre de 2023. Memorias* (Vol. 21, pp. 498-507). Proterra. <https://redproterra.org/wp-content/uploads/2024/01/Memorias-com-ISBN-janeiro.pdf>

Marsh, A. T. M., y Kulshreshtha, Y. (2021). The state of earthen housing worldwide: how development affects attitudes and adoption. *Building Research & Information*, 50(5), 485–501. <https://doi.org/10.1080/09613218.2021.1953369>

Martínez, L., González, M., y Herrera, A. (2015). *Iconografía de la cultura Cañari y su influencia en la región andina*. Editorial Abya-Yala.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI]. (2014a). *NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI]. (2014b). *NEC-SE-GC: Geotecnia y cimentaciones*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/7.-NEC-SE-GC-Geotecnia-y-Cimentaciones.pdf>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI]. (2014c). *NEC-SE-HM: Estructuras de hormigón armado*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>

Pacheco, L. (2007). *Diseño bioclimático en arquitectura vernácula*. Instituto de Estudios Andinos.

Pahaut, B., Brizuela Barros, C., Videla, F., Cuitiño, G., Bellman, L., Peisino, L., Canavesi, L., Matar Arturo, M., Aramburu, M. D., Castaño Llugard, M., Costamagna, P., y Cabrera, S. (2020). *Protocolo de ensayos de campo para la identificación de suelos*. Red Argentina Protierra. <https://redprotierra.com.ar/wp-content/uploads/2020/11/Protocolo-de-ensayos-de-campo-para-la-identificaci%C3%B3n-de-suelos.pdf>

Neves, C., Salcedo Gutierrez, Z., y Borges Faria, O. (Eds.). (2017). *17° SIACOT Tierra identidades – 17° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, “Tierra – Identidades”, Memorias*. PROTERRA. <https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/17-SIACOT-Bolivia-2017.pdf>

Pesántez Pesántez, J. F., y Tapia Vera, C. M. (2018). Una alternativa constructiva: pisos de tierra con fibra de cabuya y cascarilla de arroz. *Memorias del Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra - SIACOT*, (18), 148-157. <https://revistas.udelar.edu.uy/OJS/index.php/msiacot/article/view/1115>

UNE. (2007). *UNE-EN 1015-11:2000/A1:2007, Métodos de ensayo de los morteros para albañilería*.

UNESCO (2003). *Convención para la salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial*. <https://culturapedia.com/wp-content/uploads/2020/09/2003-convencion-salvaguardia-patrimonio-inmaterial.pdf>

UNESCO (2024). *Convención para la salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial*. <https://ich.unesco.org/es/convenci%C3%B3n>

Vacacela Albuja, N. P., y Astudillo Cordero, J. P. (2015). *Paneles de bahareque prefabricado y aplicación a una vivienda* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Red de Repositorios Latinoamericanos. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1130507>

