

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Carrera de Arquitectura

Propuesta de optimización de costos para la vivienda en bahareque en el cantón Cañar


Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Arquitecto

Autor:

Omar Sebastián Bustamante Romero

Director:

Carlos Esteban Contreras Lojano

ORCID:  0000-0001-6029-2533

Cuenca, Ecuador

2024-03-19



PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS PARA LA VIVIENDA EN BAHAREQUE EN EL CANTÓN CAÑAR

Autor: Omar Sebastián Bustamante Romero
Director: Carlos Esteban Contreras Lojano



Resumen

El bahareque es un sistema constructivo vernáculo que ha influenciado en el desarrollo del cantón Cañar, esta técnica pervivió tanto en la época Cañari, Inca, colonial y republicana, llegando hasta nuestros días, pero cada vez con menos presencia. En la actualidad, la arquitectura vernácula (en sus diferentes técnicas y materiales) está siendo sustituida por la globalización de diferentes sistemas constructivos. En el cantón Cañar, el sistema constructivo más utilizado, hoy en día, es el hormigón armado y el bloque de cemento relegando técnicas tradicionales como el bahareque. El tema económico es un factor determinante para que las personas decidan construir su vivienda con el sistema constructivo más conveniente, en este caso, ya sea con la técnica del bahareque o con sistemas constructivos convencionales de hormigón. Por esta razón, se analizó de manera comparativa el presupuesto de una vivienda mínima proyectada con la técnica tradicional del bahareque con respecto a la misma vivienda planeada con el sistema constructivo de mampostería confinada con bloque de cemento, se concluyó que construir con la técnica tradicional del bahareque es un poco más costosa que edificar con mampostería confinada. Además, se determinó los aspectos a considerar para la estimación de costos de mantenimiento y vida útil de la vivienda en bahareque. Posteriormente, con la ayuda de arquitectos, constructores y usuarios se desarrolló una propuesta para optimizar el costo de la vivienda de bahareque y se logró reducir su costo en un 16,94%, convirtiéndose en una opción sostenible y económicamente viable para la población del cantón Cañar.

Palabras clave: arquitectura sostenible, hormigón armado, construcción tradicional, bloque de hormigón



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

The bahareque is a vernacular construction technique that has influenced the development of Cañar, this technique is used since Cañari, Inca, Colonial and Republic times, reaching the present day with less presence. Nowadays the globalization of construction systems has taken place over traditional techniques, leaving vernacular architecture behind with all them techniques and materials. In Cañar City the most used constructive system is reinforced concrete and concrete blocks, taking over the bahareque. The economy is the main factor that determines what constructive system is the best to use, it can be between the bahareque technique or reinforced concrete. For this reason, the budget of a typical house with the use of bahareque technique was analyzed and compared with most used systems nowadays (confined masonry with concrete blocks) designing the same typical house. At the end to build with the traditional bahareque technique is a little more expensive than building with confined masonry. In addition, for the bahareque house some aspects as durability and maintenance cost were determined. Subsequently, architects, builders and users, helped to develop a proposal to optimize the cost of a bahareque house, the proposal decreased a 16,94% of the cost, becoming a sustainable and economically affordable for the people of Cañar.

Keywords: sustainable architecture, reinforced concrete, traditional construction, concrete block



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenidos

I. Resumen.....	4
II. Abstract.....	4
III. Introducción.....	12
IV. Objetivos de la investigación.....	13

1. Capítulo I: Marco teórico

1.1 Arquitectura vernácula: su impacto en la construcción de un desarrollo sostenible.....	16
1.1.1 Vivienda mínima.....	18
1.2 Sistema constructivo.....	19
1.2.1 Sistemas constructivos contemporáneos.....	19
1.2.1.1 Hormigón Armado y mampostería de bloque de hormigón.....	20
1.2.2 Sistemas constructivos vernáculos.....	21
1.2.2.1 Bahareque.....	22

2. Capítulo II: Caso de estudio

2.1 Contexto social, económico, cultural y ambiental del cantón Cañar....	30
2.2 El bahareque en el cantón Cañar.....	32
3.2 El hormigón armado y el bloque de cemento en el cantón Cañar.....	35
4.2 Delimitación del área de estudio.....	36

3. Capítulo III: Metodología

3.1 Análisis de vivienda mínima.....	42
3.2 Rubros y presupuesto de construcción.....	62
3.3 Costos de mantenimiento y vida útil de una vivienda de bahareque..	68
3.4 Investigación del mercado (mano de obra, herramientas, materiales) disponibles en el centro urbano de Cañar.....	75
3.5 Análisis comparativo.....	81

4. Capítulo IV: Propuesta de optimización de costos

4.1 Estrategias según los constructores.....	86
4.2 Opinión de los usuarios.....	89

5. Conclusiones y Recomendaciones

V. Anexos.....	101
Anexo A: APU Zócalo de piedra bola.....	101

Anexo B: APU Soleras superiores e inferiores de eucalipto.....	101
Anexo C: APU Columnas de eucalipto.....	102
Anexo D: APU Pies derechos de eucalipto.....	102
Anexo E: APU Cruz de San Andrés de eucalipto.....	103
Anexo F: APU Estructuras de puertas, ventanas, trinquetes y medianeras de eucalipto.....	103
Anexo G: APU Barras de eucalipto.....	104
Anexo H: APU Caña.....	104
Anexo I: Cantidades de materiales para un metro cúbico de barro para embutir.....	105
Anexo J: Cantidades de materiales para un metro cúbico de barro para revocar.....	106
Anexo K: APU Batido del barro para el embutido.....	106
Anexo L: APU Preparación del barro con paja.....	107
Anexo M: Embutido de barro con paja en los muros.....	107
Anexo N: APU Batido del barro para el revoque.....	108
Anexo O: APU Preparación del revoque.....	108
Anexo P: APU Revoque de muros.....	109
Anexo Q: APU Preparación del empañete.....	109
Anexo R: APU Empañetado de muros.....	110
Anexo S: APU Preparación de lechada de cal.....	110
Anexo T: APU Lechada de cal en los muros.....	111
Anexo U: APU Pintura exterior e interior hidrorrepelente.....	111
Anexo V: APU Sum.+Instal. de columnas electrosoldadas V1.....	112
Anexo W: APU Hormigón simple F'c=210kg/cm2 para columnas.....	112
Anexo X: APU Sum.+Instal. de vigas electrosoldadas V1.....	113
Anexo Y: APU Hormigón simple F'c=210kg/cm2 para vigas.....	113
Anexo Z: APU Mampostería de bloque de hormigón.....	114
Anexo AA: APU Dinteles en puertas y ventanas.....	114
Anexo BB: APU Enlucido recto manual.....	115
Anexo CC: APU Dinteles en puertas y ventanas.....	115
Anexo DD: APU Empastado interior.....	116

Anexo EE: APU Empastado exterior.....116
Anexo FF: APU Pintura interior y exterior.....117
Anexo GG: APU Zócalo de piedra laja.....118
Anexo HH: Cúmulo de retazos de madera en aserrío de la ciudad de Cañar.....118
Anexo II: APU Entramado de retazos de madera.....119
Anexo JJ: APU Preparación del barro con viruta para embutir.....120
Anexo KK: APU Embutido de barro en muros.....120
Anexo LL: APU Recolección de la pinocha.....121
Anexo MM: APU Preparación del revoque con pinocha.....121
Anexo NN: APU Revoque de barro y pinocha en muros.....122
Anexo OO: APU Preparación de empañete.....122
Anexo PP: APU Empañetado de muros.....123
Anexo QQ: APU Tableros OSB.....123
 VI. Bibliografía y Referencias.....124

Índice de figuras

CAPÍTULO 1.0

Figura 1: Los principios de sostenibilidad medioambiental, sociocultural y socioeconómica.....18
Figura 2: Mercado de bloques de hormigón hueco - Tasa de crecimiento por región, 2021-2026.....20
Figura 3: Casa Lasso.....21
Figura 4: Casa Kaizen.....22
Figura 5: Detalle de la estructura del muro del bahareque tradicional.....23
Figura 6: Bahareque encementado con malla de alambre o esterilla de guadúa.....23
Figura 7: Muro de bahareque en tabla.....24
Figura 8: Muro de bahareque metálico.....24

CAPÍTULO 2.0

Figura 9: Ubicación y división política del Cantón Cañar.....30
Figura 10: Después del milagro esucarístico, la custodia fue trasladada desde la Capilla San Antonio a la Iglesia Matriz del Cantón, a este evento asistieron ciudadanos de diferentes lugares del país.....31
Figura 11: Vivienda de bahareque en mal estado en el centro urbano de Cañar, calle 10 de agosto.....33
Figura 12: Vivienda de bahareque en mal estado en el centro urbano de Cañar, calle 24 de Mayo.....33
Figura 13: Vivienda de bahareque en mal estado en el centro urbano de Cañar, calle Borrero.....33
Figura 14: Elementos del muro de bahareque.....34
Figura 15: Construcción rural con bloque de cemento visto. Sector Iza Vieja, Caña.....35
Figura 16: Construcción rural con bloque de cemento visto. Sector Iza Vieja, Cañar.....35
Figura 17: Vivienda de 3 niveles con muros de bahareque ubicada en la Av. 24 de Mayo.....36
Figura 18: Viviendas con muros de bahareque ubicadas en la calle Simón Bolívar.....36
Figura 19: Figura 18: Vivienda con muros de bahareque ubicada en la calle Guayaquil.....37

Figura 20: Vivienda de 3 niveles con muros de bahareque ubicada en la Av. 24 de Mayo.....37
Figura 21: Edificación inventariada por el INPC con muros de bahareque, calle Bolívar (junto al parque central).....38
Figura 22: Edificación inventariada por el INPC con muros de bahareque, calle Bolívar.....38
Figura 23: Edificación inventariada por el INPC con muros de bahareque, calle Bolívar (junto al parque central).....38
Figura 24: Sistema constructivo de la casa tradicional de Cañar.....39
Figura 25: Vivienda de bahareque destruida y el contraste de materiales en la ciudad de Cañar.....39

CAPÍTULO 3.0

Figura 26: Recorrido solar, 19 de marzo de 2024 a las 09h00.....43
Figura 27: Ventilación cruzada y ventanas de la vivienda mínima.....43
Figura 28: Ubicación de la vivienda mínima.....43
Figura 29: Planta tipo de cimentación.....44
Figura 30: Planta arquitectónica de vivienda en bahareque.....45
Figura 31: Planta arquitectónica de vivienda con bloque de cemento.....46
Figura 32: Planta tipo de cubierta.....47
Figura 33: Diagrama Unifilar.....48
Figura 34: Planta tipo de instalaciones eléctricas.....48
Figura 35: Planta tipo de instalaciones sanitarias.....49
Figura 36: Elevación frontal.....50
Figura 37: Elevación lateral derecha.....50
Figura 38: Elevación posterior.....50
Figura 39: Elevación lateral izquierda.....50
Figura 40: Corte A - A.....50
Figura 41: Corte B - B.....50
Figura 42: Elevación frontal.....51
Figura 43: Elevación lateral derecha.....51
Figura 44: Elevación posterior.....51
Figura 45: Elevación lateral izquierda.....51
Figura 46: Corte A - A.....51
Figura 47: Corte B - B.....51
Figura 48: Sección constructiva muro de bahareque.....52
Figura 49: Sección constructiva pared de bloque de hormigón.....52
Figura 50: Detalle muro interior de bahareque.....53

Figura 51: Detalle pared interior de bloque de cemento.....	53
Figura 52: Axonometría fijación de solera inferior y cadena.....	53
Figura 53: Columna tipo de hormigón armado.....	53
Figura 54: Unión en la esquina (soleras superiores - columna).....	54
Figura 55: Unión soleras superiores - columna.....	54
Figura 56: Unión en la esquina (soleras inferiores - columna).....	54
Figura 57: Unión cruz de San Andrés.....	54
Figura 58: Axonometría de la estructura de la vivienda de bahareque.....	55
Figura 59: Axonometría de la estructura de hormigón armado y bloque de cemento.....	55
Figura 60: Axonometría de la estructura principal.....	56
Figura 61: Axonometría de la estructura de los muros (Puertas, ventanas, cruz de San Andrés, trinquetes, medianeras y barras).....	57
Figura 62: Axonometría de la estructura de la cubierta y de las varas entrelazadas en los muros.....	58
Figura 63: Axonometría de la estructura para el entejado.....	59
Figura 64: Render exterior de vivienda de bahareque.....	60
Figura 65: Render interior (sala, comedor, cocina).....	61
Figura 66: Render interior (comedor, cocina, cocina).....	61
Figura 67: Portada del documento “Cartillas para el mantenimiento de edificios de valor patrimonial. “Hágalo usted mismo“.....	69
Figura 68: Prueba de campo de la manipulación.....	76
Figura 69: Prueba de campo del cigarro.....	76
Figura 70: Prueba de campo de la pastilla.....	76
Figura 71: Tierra blanca usada para la construcción.....	77
Figura 72: Paja de páramo.....	77
Figura 73: Plaza de madera Cañar.....	78
Figura 74: Plaza de madera Cañar.....	78
Figura 75: Viguillas y pingos de eucalipto.....	78
Figura 76: Caña guagúa.....	79
Figura 77: Vivienda vernácula sin revestimiento, tiras de cañas vistas.....	79
Figura 78: Preparación del barro.....	80
Figura 79: Embarre terminado de la vivienda.....	80
CAPÍTULO 4.0	
Figura 80: Arquitectos y constructores participantes en el método Delphi.....	86

Índice de tablas

CAPÍTULO 1.0

Tabla 1: Principios de sostenibilidad.....	17
---	----

CAPÍTULO 3.0

Tabla 2: Cuadro de áreas de la vivienda tipo.....	43
Tabla 3: Simbología de Instalaciones eléctricas.....	48
Tabla 4: Simbología de Instalaciones Hidrosanitarias.....	49
Tabla 5: Rubros comunes de Obras preliminares, Cimiento, Cadena y Contrapiso.....	62
Tabla 6: Rubros del Muro de bahareque.....	63
Tabla 7: Rubros de la mampostería confinada con bloque de hormigón.....	64
Tabla 8: Rubros de Cubierta inclinada a dos aguas, Instalaciones sanitarias, instalaciones de agua potable e Intsalaciones eléctricas.....	65
Tabla 9: Rubros de Recubrimientos, Carpintería y Piezas sanitarias.....	66
Tabla 10: Comparación de presupuestos.....	67
Tabla 11: Costo de mantenimiento de Carpintería.....	69
Tabla 12: Costo de mantenimiento de Cubierta.....	70
Tabla 13: Costo de mantenimiento de Muros de tierra.....	70
Tabla 14: Costo de mantenimiento de Revoques.....	70
Tabla 15: Costo de mantenimiento de Revestimientos pétreos.....	71
Tabla 16: Costo de mantenimiento de Revestimientos pétreos.....	71
Tabla 17: Costo de mantenimiento de Elementos ornamentales.....	72
Tabla 18: Costo de mantenimiento de Pintura de su casa.....	72
Tabla 19: Costo de mantenimiento de Pisos.....	73
Tabla 20: Costo de mantenimiento de Cielo raso.....	73
Tabla 21: Costo de mantenimiento de Escaleras.....	74
Tabla 22: Costo de mantenimiento de Balcones.....	74
Tabla 23: Comparación de costos de muros y estructura.....	83

CAPÍTULO 4.0

Tabla 24: Presupuesto aplicado estrategias de optimización de costos (Obras preliminares, Cimiento, Cadena, Contrapiso y Muro de bahareque).....	92
Tabla 25: Presupuesto aplicado propuestas de optimización de costos (Cubierta inclinada, Inst. Sanitaria, Inst. Agua potable y Inst. Electrica)....	93
Tabla 26: Presupuesto aplicado propuestas de optimización de costos (Recubrimientos, Carpintería y Piezas sanitarias).....	94
Tabla 27: Comparación del presupuesto de la vivienda mínima.....	95

Agradecimientos

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa en la realización de este trabajo de titulación, especialmente a mis padres, Estuardo y Ana, y a mis hermanos quienes me han brindado su amor incondicional, apoyo y aliento a lo largo de mi trayectoria académica. Su cariño y confianza ha sido siempre la motivación que me impulsa a alcanzar todas mis metas.

A Carlos Contreras, director de este trabajo de titulación, por su orientación, conocimiento profesional y su tiempo brindado a lo largo de esta investigación.

Dedicatoria

Este trabajo de titulación lo dedico a todas las personas que creyeron en mí y que me han apoyado en este logro, principalmente a mis padres, Estuardo y Ana, que con su amor incondicional y su constante apoyo han sido la fuerza que me ha impulsado a superar desafíos y alcanzar mis metas. Gracias por creer en mí y por ser mis guías.

Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta de optimización de costos para una vivienda en bahareque en el cantón Cañar. El bahareque es un sistema constructivo vernáculo que ha influido en el desarrollo de la ciudad de Cañar, ya que en esta urbe existe gran presencia de edificaciones construidas con esta técnica, de igual manera, el hormigón armado y el bloque de cemento es el sistema constructivo más utilizado en la actualidad para construir viviendas en el cantón Cañar. Por esta razón, se propone una comparación de costos entre estos dos sistemas constructivos importantes para el cantón, para posteriormente desarrollar estrategias de optimización de costos para la vivienda de bahareque.

Sin embargo, la problemática radica en que la arquitectura vernácula (en sus diferentes técnicas y materiales) está siendo sustituida por la globalización de distintos sistemas constructivos como el hormigón armado y el bloque de cemento. Actualmente, en el cantón Cañar ha disminuido drásticamente la construcción nueva en bahareque y esta situación da cuenta de que los sistemas constructivos vernáculos o tradicionales son desvalorizados o menos “atractivos” en el mercado de la construcción, debido a que la mayoría de personas de este cantón prefieren utilizar materiales industriales. Poco a poco van desapareciendo técnicas y saberes ancestrales sobre sistemas constructivos propios que dan identidad a un pueblo y que, además, se han transmitido de generación en generación para construir viviendas en el cantón Cañar. Por estos motivos, esta investigación tiene el propósito de revalorizar la técnica del bahareque desde una perspectiva sostenible en los campos medioambientales, socio-culturales y socio-económicos.

Para la metodología de este trabajo de investigación, se indagará los costos de los recursos necesarios como la mano de obra, equipos y materiales para llevar a cabo la construcción de una vivienda mínima que será proyectada con dos sistemas constructivos, por un lado, la técnica tradicional del bahareque, y por el otro lado, el sistema constructivo común (mampostería confinada con bloque de hormigón). Se examinarán los diferentes rubros de los dos sistemas constructivos mediante el análisis de precios unitarios (APUs). Además, se determinará los aspectos a considerar para la estimación de costos de mantenimiento y vida útil de la vivienda en bahareque.

En esta investigación, se indagará el mercado de la construcción de una vivienda con la técnica del bahareque en el cantón Cañar, para posteriormente analizar de manera comparativa el presupuesto de una vivienda mínima proyectada en bahareque con respecto a la misma vivienda mínima planeada en mampostería confinada con bloque de cemento. Luego, con la ayuda de profesionales como arquitectos, constructores y usuarios se desarrollará una propuesta de optimización de costos para una vivienda mínima de bahareque en el cantón Cañar. Con la optimización de costos se pretende que la técnica del bahareque sea una alternativa económicamente viable y que, de esta manera, la sociedad de Cañar siga construyendo con esta técnica tradicional que ha sido parte de su historia.

En Ecuador, existe una deficiente investigación sobre los análisis de costos de construcción con sistemas constructivos tradicionales, por lo tanto, esta investigación es de gran aporte para la sociedad, principalmente para la población del cantón Cañar. Con esta investigación, la sociedad tendrá información sobre los costos referenciales de la construcción y mantenimiento de una vivienda de bahareque, pero, sobre todo conocerá las estrategias que optimizan costos para la construcción.

Objetivo general

Desarrollar una propuesta de optimización de costos para la vivienda en bahareque en el cantón Cañar.

Objetivos específicos

- Investigar el mercado para la construcción de una vivienda con la técnica del bahareque en el cantón Cañar
- Determinar los aspectos a considerar para la estimación de costos de construcción, mantenimiento y vida útil de la vivienda en bahareque
- Analizar de manera comparativa el presupuesto de una vivienda mínima proyectada en bahareque con respecto a una de hormigón armado y bloque de cemento
- Conocer estrategias de optimización de costos de construcción, mantenimiento y vida útil de la vivienda en bahareque

CAPÍTULO 1.0

MARCO TEÓRICO

1.1 Arquitectura vernácula: su impacto en la construcción de un desarrollo sostenible de un desarrollo sostenible

1.1.1 Vivienda mínima

1.2 Sistemas constructivos

1.2.1 Sistemas constructivos contemporáneos

*1.2.1.1 Hormigón Armado y mampostería de
bloque de hormigón*

1.2.2 Sistema constructivo vernáculo

1.2.2.1 Bahareque



1.1 Arquitectura vernácula: su impacto en la construcción de un desarrollo sostenible

El concepto de la arquitectura vernácula ha sido muy debatido a lo largo del tiempo debido a que no existe un consenso para una única definición. La arquitectura vernácula está estrechamente ligada a los factores sociales, culturales, ambientales y económicos. Según Pérez (2018), existe una deficiente conceptualización de la arquitectura vernácula, no porque este término sea o haya sido inexistente, sino porque su definición no se encuentra actualizada, pues lo social y lo cultural no son elementos estáticos que puedan anclarse a leyes inmutables. De esta manera, la arquitectura vernácula siempre está en constante evolución. Desde el punto de vista de Guerrero (2010) “se consideraba que esas obras vernáculas no eran más que etapas provisionales en continuo progreso hacia la verdadera arquitectura” (p. 16).

El término “vernáculo” hace referencia al idioma de una nación, específicamente a la lengua originaria de un país. Para la Real Academia Española (2022) la palabra vernáculo significa “dicho especialmente del idioma o lengua: doméstico, nativo, de la casa o país propios” (s/p). Mientras que, arquitectura vernácula se entendería como construcciones propias de un lugar determinado, construidas con materiales naturales que ofrece el entorno inmediato, es decir, uno de los principales aspectos es que se edifica con recursos propios de un lugar y trata de una arquitectura contraria a la industrializada. Sin embargo, para entender más a fondo el concepto de arquitectura vernácula es necesario revisar la evolución de este término.

El vocablo “vernáculo” aplicado en la arquitectura suele adjudicarse al arquitecto inglés George Gilbert Scott, quien lo utilizó en su libro *Remarks on Secular and Domestic Architecture*, publicado en 1857, como sinónimo de arquitectura inculta, ordinaria o cotidiana. Desde entonces, este término convivió con denominaciones más recurrentes como “traditional”, “folk”, “primitive”, “indigenous” o “anonymous” (Pérez, 2016).

El interés por estudiar el patrimonio vernáculo surgió en Inglaterra a finales del siglo XIX, según la arquitecta Tillería González (2010) este interés se originó como una reacción crítica al proceso de industrialización. Fue

el movimiento *Arts and Crafts* que observó en lo vernáculo las formas de regresar a lo artesanal, que, con base en las teorías de John Ruskin, surge la consideración por la naturaleza de los materiales, el valor del proceso constructivo y el rescate de los oficios.

En noviembre del año 1964 hasta febrero de 1965 se realizó la exposición *Architecture Without Architects* (Arquitectura sin arquitectos), exhibida en el Museo de Arte Moderno de New York, en donde el arquitecto Bernard Rudofsky expone la arquitectura de varios lugares del mundo que no fueron producidas por un profesional sino por la actividad espontánea y continua de un pueblo con una herencia común. Para Rudofsky (1964) esta arquitectura sin pedigrí demuestra un talento admirable para emplazar sus edificios en el entorno natural. En lugar de tratar de “conquistar” la naturaleza, como lo hacen muchos profesionales, dan la bienvenida a los caprichos del clima y al desafío de la topografía. Así, la arquitectura vernácula debería reconocerse como el resultado de un buen sentido en el manejo de problemas prácticos y de esta manera vivir en paz con la comunidad y en armonía con el entorno.

La exposición de Rudofsky fue el punto de partida para que se profundice en el estudio de la arquitectura vernácula. Las investigaciones ya no se centraron únicamente en aspectos estéticos, históricos y arqueológicos más bien se amplió el panorama y tomó mucha importancia el aspecto cultural. Las tradiciones, las formas de habitar, los sistemas constructivos, las técnicas y los saberes ancestrales fueron valorados en la arquitectura vernácula porque dan identidad a un pueblo. Organismos internacionales como ICOMOS (1999) manifestaron que:

El Patrimonio Tradicional o Vernáculo construido es la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo.

El Patrimonio Vernáculo construido constituye el modo natural y tradicional en que las comunidades han producido su propio hábitat. Forma parte de un proceso continuo, que incluye cambios necesarios y una continua adaptación como respuesta a los reque-

rimientos sociales y ambientales. La continuidad de esa tradición se ve amenazada en todo el mundo por las fuerzas de la homogeneización cultural y arquitectónica (p. 1).

En la actualidad, la homogeneización cultural y arquitectónica cada vez va ganando más espacio y la arquitectura vernácula (en sus diferentes técnicas y materiales) está siendo sustituida por la globalización de diferentes sistemas constructivos. Poco a poco van desapareciendo técnicas y saberes ancestrales sobre sistemas constructivos propios de un pueblo que se han transmitido de generación en generación. Por esta razón, es necesario la protección y la conservación de edificaciones vernáculas que son parte de la historia de un pueblo para que las generaciones futuras puedan conocer y disfrutar de su arquitectura.

Después de revisar la evolución del concepto de arquitectura vernácula, se puede concluir que la arquitectura vernácula hace referencia a las edificaciones tradicionales y autóctonas de un determinado lugar, que va evolucionando en el transcurso del tiempo como una respuesta directa a las necesidades de quienes la habitan. Es una arquitectura que responde a las condiciones de su entorno y en las entrañas de la edificación pervive la cultura e identidad de un pueblo y es necesario protegerla y conservarla. La arquitectura vernácula emplea técnicas y materiales disponibles en la zona, minimizando la huella de carbono que genera el transporte y de esta manera causa menos impacto ambiental en los procesos de construcción.

La Escola Superior Gallaecia (2014) analizó la arquitectura vernácula de Francia, Portugal, Italia y España, de estos análisis se han obtenido quince principios del patrimonio vernáculo y de la sostenibilidad, que emanan de los campos medioambientales, socio-culturales y socio-económicos. (Tabla 1) (Figura 1). Estos quince principios fundamentales del patrimonio vernáculo y de la sostenibilidad pretenden ser una fuente de inspiración para una arquitectura contemporánea eco-responsable, en una amplia diversidad de contextos sociales, físicos, culturales y económicos. También, el análisis de la arquitectura vernácula brinda estrategias de diseño que pueden adoptarse para un buen funcionamiento de una edificación en un lugar determinado. Tomando en cuenta todas las acepciones, se puede deducir que la arquitectura vernácula puede ser la solución para un desarrollo sostenible.

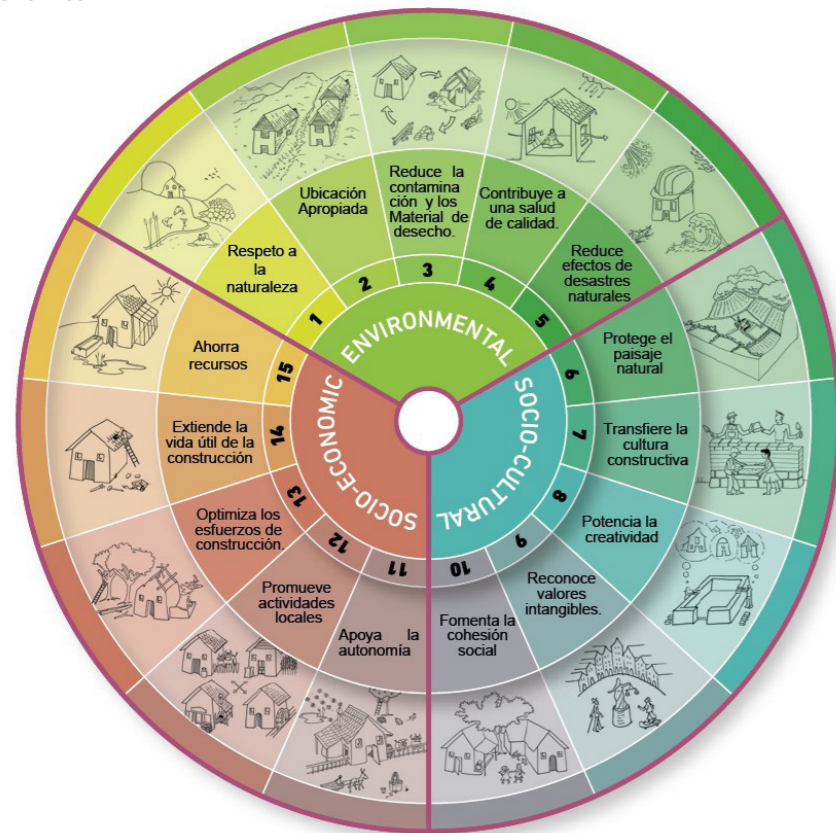
Tabla 1: Principios de sostenibilidad

Principios Medioambientales El hábitat es resultado de su integración en el medio natural	
1	Respetar la naturaleza: El hábitat se integra en el ecosistema sin perjudicar a los otros elementos del mismo
2	Implantarse adecuadamente: El hábitat saca provecho de las características bioclimáticas del sitio
3	Disminuir la contaminación y los desechos: El hábitat optimiza los recursos para no contaminar el lugar del que forma parte
4	Preservar la salud: El hábitat permite que la vida se desarrolle en ambientes sanos
5	Minimizar los efectos de los riesgos naturales: El hábitat ofrece un entorno de seguridad y protección a sus habitantes
Principios socioculturales El hábitat contribuye a preservar y transmitir los valores heredados	
6	Proteger el paisaje cultural: El paisaje se ha modelado y conservado a lo largo de los siglos
7	Transmitir las culturas constructivas: El hábitat manifiesta el saber y la experiencia práctica tradicionales
8	Suscitar la creatividad: El hábitat favorece la aportación de soluciones innovadoras y expresiones creativas
9	Reconocer los valores inmateriales: El hábitat valora la identidad territorial fruto de la experiencia acumulada
10	Favorecer la cohesión social: El hábitat facilita la convivencia entre los vecinos para alimentar la inteligencia colectiva
Principios socio-económicos El hábitat empodera a las comunidades y optimiza los recursos locales	
11	Fomentar la autonomía: El hábitat refuerza la autosuficiencia de la comunidad
12	Promover la actividad local: El hábitat favorece la producción, la transformación y los intercambios
13	Optimizar los esfuerzos de construcción: El hábitat gestiona lo mejor posible las energías utilizadas para construir
14	Prolongar la vida útil de los edificios: El hábitat garantiza su resistencia al paso del tiempo y su uso a largo plazo
15	Ahorrar recursos: El hábitat utiliza con mesura los recursos locales y evita las pérdidas y el despilfarro

Fuente: Versus (2014)

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

Figura 1: Los principios de sostenibilidad medioambiental, sociocultural y socioeconómica



Fuente: Lecciones del patrimonio vernáculo para una arquitectura sostenible (2014).

1.1.1 Vivienda mínima

Para tener un mejor entendimiento definiremos las palabras “vivienda” y “mínima”. Para la Real Academia Española (2023) vivienda significa “lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas” y mínima

significa “tan pequeño en su especie que no lo hay menor ni igual” (s/p). Por lo tanto, vivienda mínima se entendería como un espacio mínimo cerrado y cubierto que tiene lo indispensable para ser habitado por personas. Sin embargo, la vivienda mínima no se refiere solo a la disminución del área de los espacios de un hogar, más bien es optimizar las áreas procurando que las personas que la vayan a habitar tengan una buena calidad de vida en la vivienda. Según González Marulanda (2020) afirma que “es posible que el mínimo habitable sea un tema no tan relacionado con aspectos dimensionales sino más bien con asuntos vivenciales” (p.20).

El tema de la vivienda mínima tuvo un primer acercamiento en Europa, después de la primera guerra mundial (1914-1918), la población de las grandes ciudades capitales europeas empezó a crecer y esto produjo un aumento significativo en la demanda de vivienda. Por esta razón, se reunieron arquitectos influyentes europeos en la ciudad de Frankfurt en 1929 y se llevó a cabo el II Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM) como respuesta al déficit de viviendas para las clases sociales menos acomodadas.

El título de este II congreso fue *Die Wohnung für das Existenzminimum* (La vivienda para el mínimo nivel de vida). Varios arquitectos modernos expusieron sus propuestas para una vivienda mínima que economizara y optimizara el espacio y su construcción. En este congreso se fijaron los primeros parámetros que debe cumplir una vivienda mínima como lo es un correcto aprovechamiento del sol, una adecuada ventilación y pretender que cada residente de la vivienda tuviera aunque sea una habitación. Además, se abordó el tema económico y se concluyó que el estado debía intervenir y ayudar a la población desfavorecida porque no tenían los recursos económicos para tener una vivienda (Bustamante, 2023).

Los temas higienistas y sociológicos jugaron un papel importante en este II CIAM. La ventilación y la iluminación eran factores claves para el desarrollo de las personas en viviendas mínimas. Sin embargo, para los diseños de las viviendas mínimas faltaba considerar los cambios en la estructura social de la época, que exigían un nuevo planteamiento en el tamaño de las unidades de vivienda. Según Esteban Molina (2014) referenciado por la conferencia de Walter Gropius menciona que “la vivienda mínima nace de

los cambios en las necesidades de la gente” (p. 48).

En el III CIAM, realizado en Bruselas en 1930, titulado *Métodos constructivos racionales. Casas bajas, medias y altas*, también se abordó el tema de la vivienda mínima y se concluyó que, en base a las propuestas dadas por varios arquitectos en el año precedente en Frankfurt, se fijó el área mínima para una vivienda que oscilaba entre los 40-42 m², para 4 o 5 camas como estándar agregativo-compositivo. Ya fijado estas áreas, los debates se centraron en determinar las tipologías edificatorias (casas altas, medias, bajas, en hilera, en línea, laminares) (Molina, 2014).

En la actualidad, algunas ideas y parámetros que se establecieron en el II y el III CIAM son puntos de partida para seguir investigando una problemática que aún no está resuelta. Lo que sí es seguro es que no existe una única solución para plantear una vivienda mínima de calidad. Según Víctor Barba (2021) la vivienda mínima ha ido evolucionando y acoplándose a cada uno de sus tiempos y se ha transformado según los acontecimientos históricos. Un ejemplo de ello es la necesidad de viviendas dignas después de la destrucción de las ciudades causadas por las guerras o como en nuestros tiempos, pensar en viviendas mínimas para los estudiantes que viven en otras ciudades. Sea cualquier contexto, “la vivienda mínima siempre ha mantenido un mismo patrón, aprovechar al máximo la luz natural, que haya una buena iluminación y ventilación. Así como unas dimensiones mínimas necesarias con el aprovechamiento óptimo del espacio” (Barba, 2021, p.66)

1.2 Sistema constructivo

Como primera instancia se define la palabra sistema, en el diccionario de la Real Academia Española (2023) se pueden encontrar dos acepciones sobre este vocablo, la primera hace referencia al “conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí” y la segunda menciona que es un “conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto” (s/p). Tomando en cuenta estos conceptos, el sistema constructivo se entendería como una metodología de un conjunto de materiales, técnicas, herramientas y procesos empleados en la construcción de una edificación desde los cimientos hasta los acabados finales de una obra arquitectónica.

El concepto de sistema constructivo es amplio y algunos investigadores han tratado de definir este término. Para Orozco (2008) el sistema constructivo es “el conjunto de materiales y componentes de diversa complejidad, combinados racionalmente y enmarcados bajo ciertas técnicas, que permiten realizar las obras necesarias para construir una edificación, originando por lo tanto un objeto arquitectónico” (p. 13). Por otra parte, Julián Salas (2000) se refiere a los sistemas constructivos como una entidad heterogénea conformada por un equipo humano capacitado, medios materiales y conocimientos de una determinada tecnología, que hacen posible llevar a cabo la construcción de una edificación.

1.2.1 Sistemas constructivos contemporáneos.

En el primer cuarto del siglo XX, se dio un cambio importante en los sistemas constructivos que inciden en gran medida en la arquitectura actual. Según Monjo Carrió (2005) este cambio se dio por la introducción de dos tipos de técnicas: primero, por el uso continuado de estructuras reticulares (vigas y columnas) abandonando las estructuras murarias y segundo, por el uso masivo de los sistemas activos de climatización, olvidando los sistemas pasivos de acondicionamiento (inercia térmica, aireación, control de sombras, etc.).

Con el uso de las estructuras reticulares de hormigón armado, acero o madera se pudo separar los elementos de fachada de la estructura de una edificación, esta separación ha permitido que las fachadas sean más ligeras con una amplia variedad de materiales.

En la actualidad, los sistemas constructivos continúan evolucionando y adoptando nuevas tecnologías y nuevos materiales para mejorar la eficiencia, la calidad y en algunos casos la sostenibilidad al momento de construir una edificación. Existe una gran variedad de sistemas constructivos contemporáneos como los prefabricados, el steel framing o el wood framing, por mencionar algunos, pero los sistemas constructivos que utilizan el hormigón han perdurado y es considerado como el material base de la arquitectura moderna.

1.2.1.1 Hormigón armado y mampostería de bloque de hormigón.

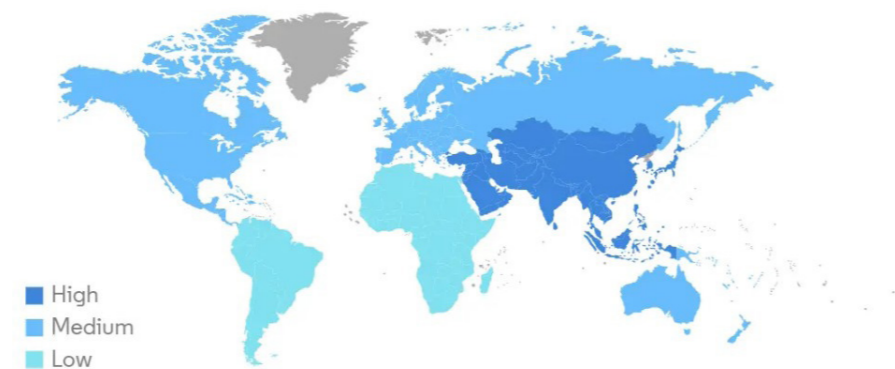
Para la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014) el hormigón es la mezcla de cemento pórtland o cualquier otro cemento hidráulico más agregado fino, agregado grueso, agua y también se le puede añadir o no aditivos. El hormigón trabaja muy bien a esfuerzos de compresión, sin embargo, necesita de refuerzos de barras de acero para suplir la deficiente resistencia que tiene el hormigón a esfuerzos de tracción. De esta manera, si se añade acero de refuerzo dentro del encofrado y luego se verte el hormigón, al fraguar da como resultado el hormigón armado.

El hormigón armado es el material más utilizado a nivel mundial en la industria de la construcción. Según James K. Wight (2016) el hormigón armado es un material estructural dominante en el campo de la construcción en casi todos los países. La razón del uso universal del hormigón armado se debe a la amplia disponibilidad de barras de refuerzo y de los componentes del hormigón (grava o roca triturada, arena, agua y cemento). Además, las habilidades relativamente simples que se requieren en la construcción con hormigón armado y de su costo accesible en comparación con otras formas de construcción. Wight (2016) afirma que el hormigón simple y el hormigón armado se utilizan en edificios de todo tipo, se puede emplear en estructuras subterráneas, tanques de agua, cimientos de aerogeneradores y torres, estructuras de producción y exploración de petróleo en alta mar, presas, puentes e incluso barcos.

Por otro lado, el bloque de hormigón “es una pieza prefabricada simple hecha a base de cemento, agua y áridos finos y gruesos, en forma de paralelepípedo, con uno o más huecos transversales en su interior” (INEN 638, 2014, p. 1). Estas piezas van yuxtapuestas de forma manual unidas por un mortero para conformar paredes, este sistema constructivo se llama mampostería. El bloque de hormigón es ampliamente utilizado en todo el mundo. Según Modor Intelligence (s.f.) los territorios de Asia-Pacífico dominan el mercado a nivel mundial con el consumo creciente de bloques de hormigón en países como China, India y los países de la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental (ASEAN) (Figura 2).

A nivel nacional, el hormigón armado y la mampostería de bloque de hor-

Figura 2: Mercado de bloques de hormigón hueco - Tasa de crecimiento por región, 2021-2026



Fuente: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/hollow-concrete-block-market>

migón es el sistema constructivo más utilizado en el Ecuador. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023), las Estadísticas de Edificaciones (ESED) proporciona información estadística de las tasas de crecimiento de los proyectos inmobiliarios a construirse, centrándose en: viviendas, locales comerciales, edificios administrativos, entre otros. El resultado de este estudio concluyó que, en el año 2022, el hormigón armado fue el principal material para las edificaciones a construir a nivel nacional, utilizándose un (70.7%) en cimientos, (22%) en pisos, (59.9%) en estructura y (27,8%) en cubiertas. También se pudo observar que el material más utilizado en las paredes fue el bloque de cemento que se empleó en un (41.8%) en las edificaciones a construir.

A pesar de que el hormigón tienen muchas ventajas en el campo de la construcción, es un material que contamina en gran medida a nuestro medio ambiente. Jonathan Watts (2019) afirma que “después del agua, el hormigón es la sustancia más utilizada en el planeta. Pero sus beneficios enmascaran enormes peligros para el planeta, para la salud humana y para la cultura misma” (párrafo 1).

1.2.2 Sistemas constructivos vernáculos.

Los sistemas constructivos vernáculos o tradicionales son las técnicas, saberes ancestrales, métodos de construcción que han desarrollado los diferentes pueblos a lo largo del tiempo. Estos sistemas se distinguen por emplear técnicas de construcción y materiales que están disponibles en el entorno inmediato, por ejemplo: la tierra, piedra, madera, fibras vegetales, entre otros. De esta manera, minimiza el impacto ambiental y aporta a la disminución de la huella de carbono que genera el campo de la construcción, siendo sistemas constructivos sostenibles.

Los sistemas constructivos vernáculos responden a un largo proceso de prueba y error, de aciertos y desaciertos, en el cual se ha identificado materiales y técnicas que mejor funcionan en determinadas condiciones y estos saberes se han transmitido de manera oral de generación en generación. Los sistemas constructivos vernáculos se adaptan a las condiciones climáticas, geográficas, culturales y sociales de un territorio específico. Además, los sistemas constructivos tradicionales están estrechamente ligados a la identidad y la cultura de las comunidades, ya que refleja su forma de vida, su historia y tradiciones. Según ICOMOS (1999) afirmó que:

La continuidad de los sistemas tradicionales de construcción, así como de los oficios y técnicas asociados con el Patrimonio Vernáculo, son fundamentales como expresión del mismo y esenciales para la restauración de dichas estructuras. Tales técnicas deben ser conservadas y legadas a las futuras generaciones, mediante la educación y formación de artesanos y constructores (p. 2).

En el Ecuador el adobe, el tapial y el bahareque son los sistemas constructivos tradicionales más comunes que deben ser revalorizados y conservados porque reflejan cultura de una determinada comunidad y aportan a un desarrollo sostenible en la industria de la construcción. Sin embargo, estos sistemas constructivos vernáculos por lo general son relacionados con la pobreza y la falta de desarrollo. Al respecto, Rodríguez (2008) manifiesta que el origen de la desvalorización hacia la arquitectura en tierra se da comúnmente por la necesidad de las personas de tratar de hacer notable su condición y éxito social, expresada mediante la compra de materiales “modernos” y la utilización de sistemas constructivos contemporáneos, pese

a que en la mayor parte de los casos representan una disminución en su calidad de vida.

No obstante, existen varios profesionales que con la ayuda de artesanos y constructores locales han generado arquitectura contemporánea de calidad utilizando sistemas constructivos vernáculos que se adaptan a los tiempos actuales sin dejar desvanecer los saberes y las técnicas de nuestros antepasados. Un ejemplo es el estudio de arquitectura, diseño y construcción ecuatoriano *Rama Estudio* que ha construido proyectos como la *Casa Lasso*, ubicada en Cotopaxi en la zona de Lasso, que fue construida en tapial (Figura 3). Otra vivienda construida por esta oficina es la *Casa Kaizen*, ubicada en Tumbaco en la provincia de Pichincha, que fue edificada en bahareque (Figura 4).

Figura 3: Casa Lasso



Fuente: https://www.archdaily.cl/cl/910992/casa-lasso-rama-estudio?ad_source=mayad_bookmarks&ad_medium=bookmark-open

Figura 4: Casa Kaizen



Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/972764/casa-kaizen-rama-estudio>

1.2.2.1 Bahareque.

El bahareque es un sistema constructivo vernáculo que consiste en la elaboración de muros utilizando una combinación de materiales naturales como la madera, barro, fibras vegetales, cañas, bambú, entre otros materiales locales disponibles. El bahareque tradicional que se ha desarrollado en Latinoamérica se construye creando una estructura, comunemente de madera o bambú (componentes verticales, horizontales y diagonales), sobre esta estructura se fijan varas que pueden ser carrizos o latillas de caña guadua, luego es relleno con barro mezclado con fibras vegetales para una mayor cohesión y finalmente se aplica revestimientos en las caras del muro.

Los antecedentes históricos nos muestran que este sistema constructivo estuvo presente en el desarrollo de las diferentes civilizaciones que habitaron nuestro planeta. El ser humano aprendió a construir su hogar con tierra y elementos vegetales como estructura, creando así interesantes formas

de vivienda que refleja una cultura constructiva inteligente (Carazas, W. & Rivero, A., 2002). Para Muñoz Robledo (2010) las construcciones de madera y/o cañas rellenas con tierra se han utilizado desde las épocas más remotas de la humanidad como solución tecnológica al hábitat constructivo de muchas culturas milenarias dispersas en el mundo.

En América Latina, el bahareque era un sistema constructivo que ya se desarrollaba en las diferentes culturas previo a las conquistas españolas y portuguesas. Según Pesántez y González (2011) en la llegada de los conquistadores al nuevo continente se encontraron en la parte andina con los sistemas constructivos como el bahareque (entramado), el adobe como técnicas en tierra, y la construcción en piedra, destacándose la de piedra sillar. Por lo tanto, se encontraron con técnicas familiares a las de Europa. La utilización del entramado de madera con el barro fue el sistema constructivo más usado en los primeros años de la llegada de los conquistadores europeos porque tenían que dar respuestas rápidas a la necesidad de cobijo utilizando materiales que estén disponibles en el entorno inmediato.

El entramado de madera con tierra tiene varias denominaciones en América Latina que depende de la región. En Perú se denomina “la Quincha”, en Cuba “El Cuje”, en El Salvador “El bahajareque”, en Brasil el “pao pique”, en Ecuador “bahareque” y en otras regiones se le llama tabiquería. Es así que en el mundo se puede encontrar una gran diversidad de tipos o formas constructivas pero que tienen la misma característica (estructura y relleno) (Carazas, W. & Rivero, A., 2002).

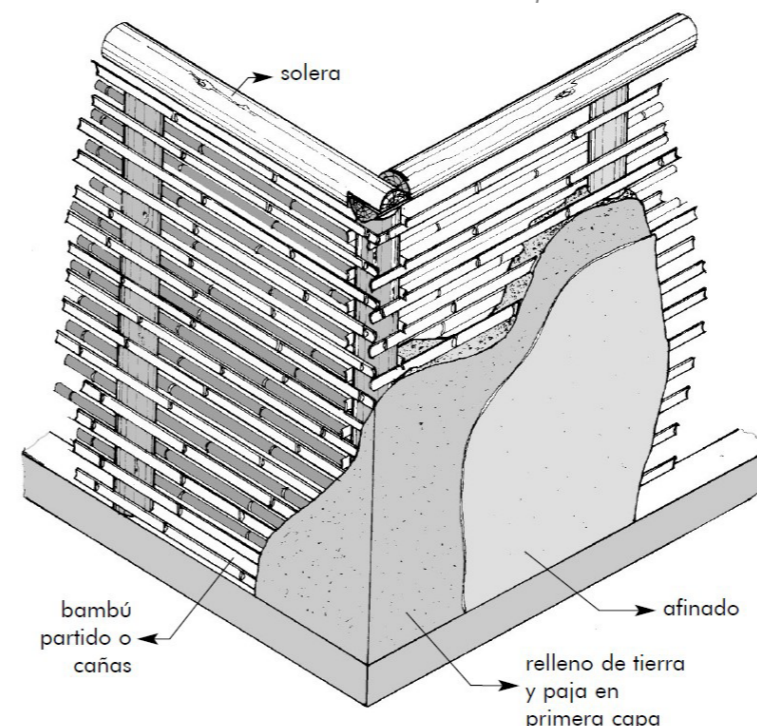
La evolución del bahareque como concepto estructural de “entramados de madera y tierra”, se evidencia en las ciudades europeas de los siglos XV, XVI y XVII, en países como Alemania, Inglaterra y Austria, entre muchos otros. En estas épocas el bahareque fue la solución tecnológica para edificar las ciudades y marcaron una referencia universal y paradigmática en el uso de la madera y la tierra como elementos constructivos básicos del bahareque (Muñoz, 2010).

Las edificaciones de bahareque se pueden encontrar alrededor del mundo entero, por esta razón presenta muchas variantes que dependen del uso de los materiales locales, es decir, la disponibilidad de diferentes materiales vegetales y las tradiciones constructivas de cada región. Sin embargo,

Gómez et al. (2012) manifiesta que, con la aparición de nuevos materiales, el bahareque evolucionó y se optimizaron las técnicas constructivas de tal manera que el bahareque se puede clasificar en 4 tipologías (según el tipo de revestimiento) como: Bahareque embutido o en tierra (tradicional), bahareque encementado, bahareque en madera o en tabla y bahareque metálico.

Para Carazas y Rivero (2002) “el bahareque tradicional consiste en una estructura de madera rolliza o bambú (guadúa) rellena de tierra con paja, embutiéndola al interior de la osamenta doble de tiras de bambú o cañas delgadas” (p. 14) (Figura 5). Para la construcción del bahareque tradicional, Carazas y Rivero señalan que es imprescindible construir una buena cimen-

Figura 5: Detalle de la estructura del muro del bahareque tradicional

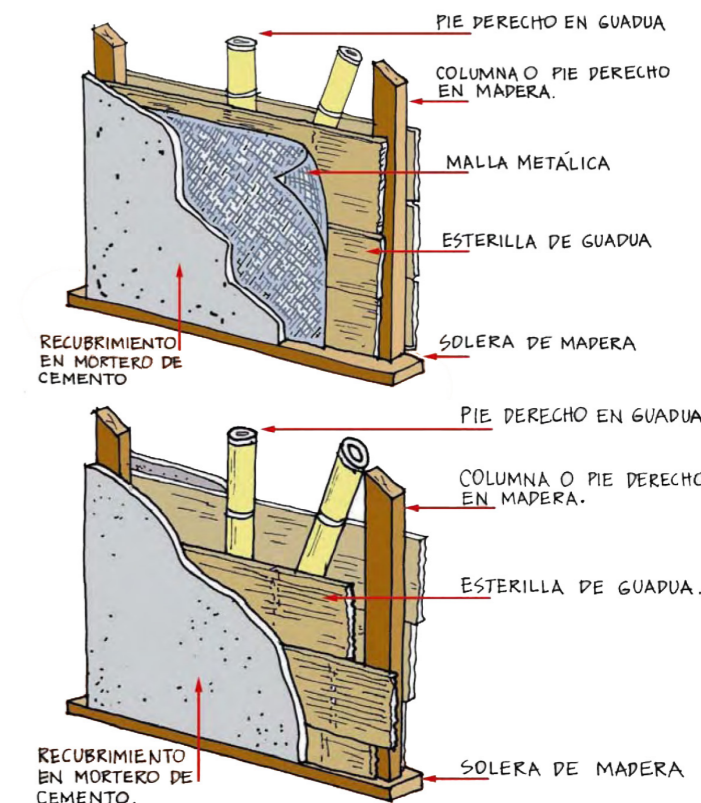


Fuente: Bahareque: Guía de construcción parasísmica (2002).

tación y que los sobrecimientos sobrepasen mínimo unos 20 cm del nivel del suelo del terreno con el fin de proteger al muro de bahareque para que no absorba la humedad.

El bahareque encementado (Figura 6) consiste en una estructura de guadúa o madera, recubierta por malla de alambre (malla de gallinero, malla expandida o venada) o esterilla de guadúa que después es revestida por un revoque (enlucido/pañete) de mortero de cemento (López, 2015).

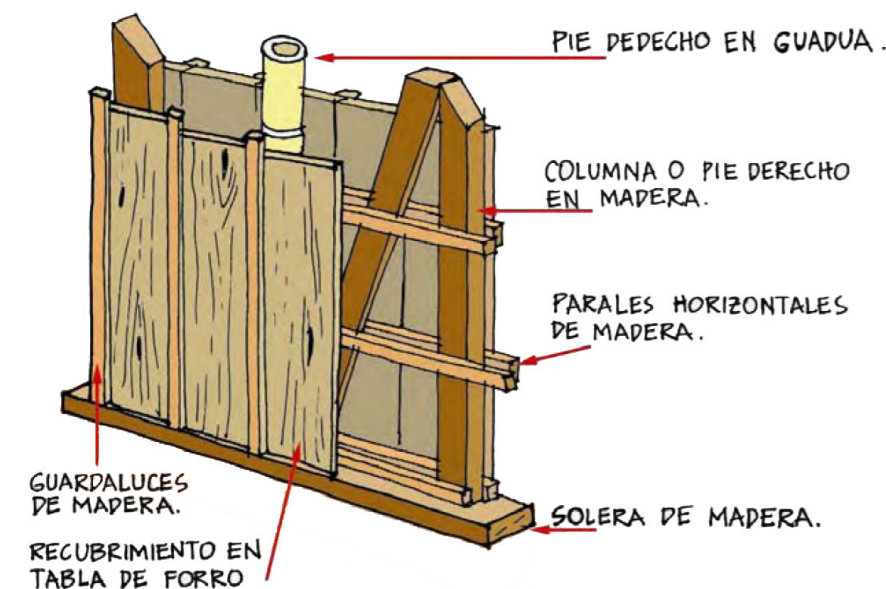
Figura 6: Bahareque encementado con malla de alambre o esterilla de guadúa



Fuente: Tomado de Manual de evaluación, rehabilitación y refuerzo de viviendas de bahareques tradicionales construidas con anterioridad a la vigencia del decreto 052 de 2002

El bahareque en madera o en tabla (Figura 7) hace referencia a una estructura de madera o guadúa que está forrada por tablas que, por lo general, están dispuestas de forma vertical. Esta variante responde al uso de las maderas como material de construcción disponible en el entorno. La estructura debe tener elementos horizontales para fijar las tablas de recubrimiento. A este muro se le puede dar un acabo con aceite de linaza y color mineral, o pintura esmalte de aceite (Gómez et al.,2012).

Figura 7: Muro de bahareque en tabla

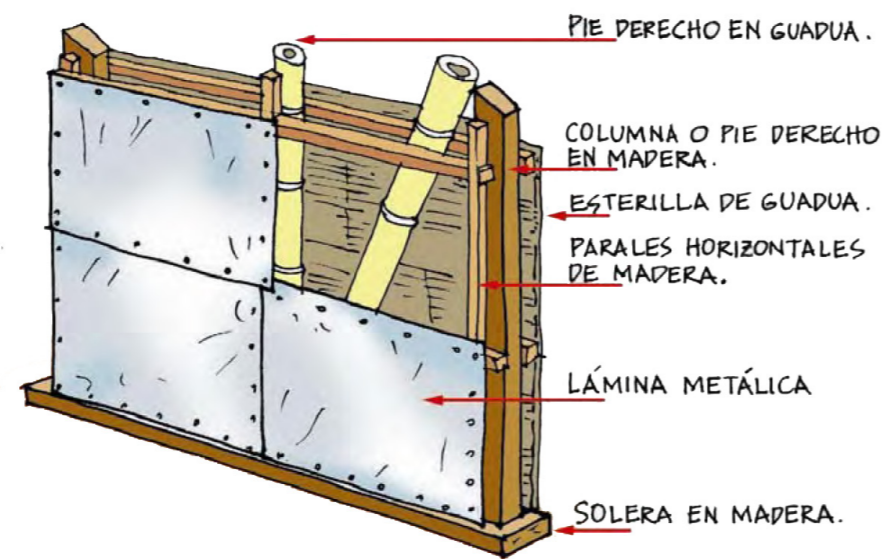


Fuente: Tomado de Manual de evaluación, rehabilitación y refuerzo de viviendas de bahareques tradicionales construidas con anterioridad a la vigencia del decreto 052 de 2002

El último tipo es el bahareque metálico (Figura 8) que consiste en una estructura de madera o guadúa, generando un entramado que sea óptimo para fijar las láminas metálicas de recubrimiento. Las láminas metálicas (de hierro dulce, galvanizadas o de zinc) que pueden ser lisas u ornamentales

se fijan al entramado por medio de clavos. Finalmente, en el acabado se aplica pintura esmalte de aceite para el recubrimiento y protección ambiental. Este recubrimiento se usa para fachadas, pero comúnmente, el muro tiene un lado cubierto con metal y el otro lado con algún otro tipo de bahareque (Gómez et al.,2012).

Figura 8: Muro de bahareque metálico



Fuente: Tomado de Manual de evaluación, rehabilitación y refuerzo de viviendas de bahareques tradicionales construidas con anterioridad a la vigencia del decreto 052 de 2002

Como todo sistema constructivo, el bahareque tiene pros y contras. Neves y Borges (2011), organizadores del documento *Técnicas de construcción con tierra*, en el cual se puede encontrar las investigaciones de Lucía Esperanza Garzón, miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA que describe las ventajas y desventajas del uso del bahareque:

Entre las ventajas Garzón menciona que:

- Si se aprovecha y utiliza la madera y/o el bambú de manera racionalizada, el bahareque responde con calidad a distintas condiciones ambientales, siendo sistemas ecológicos y sostenibles al recurrir a cadenas productivas.
- Gracias a la variedad de materiales utilizados, son sistemas flexibles y adaptables en relación a los recursos requeridos.
- En zonas con alta actividad sísmica, son sistemas constructivos que brindan calidad estructural y flexibilidad ante diversos esfuerzos, siendo técnicas sismos resistentes.
- Las técnicas mixtas propician la colaboración de la comunidad y permiten la participación de los usuarios, promoviendo la mano de obra local.
- Pueden ser de muy bajo costo y aportar a la construcción de comunidades, si se aplican con un desarrollo tecnológico.
- El proceso constructivo permite cubrir inicialmente el área de la construcción. Luego, se puede realizar la estructura principal y las secundarias, rellenar con barro las estructuras verticales, y así seguir trabajando en un área cubierta, permitiendo un proceso ágil y seguro, para proteger contra las inclemencias del clima. Son sistemas de construcción muy rápidos.
- Dependiendo del sistema elegido y su adaptación a las condiciones climáticas esta técnica responde con calidad al comportamiento térmico y acústico.
- La mayoría de construcciones con esta técnica son livianas, y por ello facilita la construcción en cualquier tipo de suelo con una baja capacidad portante.

Como desventajas, Garzón considera las siguientes:

- Son considerados sistemas constructivos para “pobres” debido a los prejuicios sobre la facilidad y disponibilidad de materiales, el mal mantenimiento y el sistema del mercado de la construcción.
- Exige una calidad en la provisión y montaje de la estructura, con sistemas de amarres, anclajes y ensambles que respondan al material y que sean duraderos, aunque todavía falta desarrollar tecnologías a partir de estas técnicas.
- Puede ser un sistema débil por la presencia de hongos e insectos si no se usa la madera adecuadamente. Para evitar daños, todo el material vegetal debe ser previamente tratado y preservado.
- No es recomendable colocarle cubiertas pesadas pues al ser estructuras livianas les causan efectos negativos al sistema y exige cimentaciones específicas y seguras.
- Los incendios pueden propagarse rápidamente si no se protege debidamente las estructuras de las fuentes de calor, por ello el revestimiento de la tierra (que es ignífuga), se recomienda en la mayor parte de su revestimiento.
- Creencia de que el mal de Chagas y la presencia del “pito” (*Triatoma infestans*) o de plagas es propiciado por el material. Por ello, se debe impedir que la construcción sirva de hábitat de insectos y se recomienda realizar el revestimiento liso, evitar orificios y especialmente realizar un mantenimiento permanente.

Por otra parte, se ha mencionado que una de las ventajas de la técnica del bahareque es que puede ser un sistema constructivo de bajo costo, sin embargo, es necesario compararla con sistemas constructivos más usados en la actualidad como la mampostería confianada para comprender si el factor económico influye en el desuso progresivo de esta técnica vernácula.

A nivel de Latinoamérica, existen pocas investigaciones que se aproximan a una comparación de costos entre la técnica del bahareque y la mampostería confinada. Se puede mencionar el estudio realizado en Colombia de

Sergio Granados (2003) titulado "*Análisis económico de vivienda de interés social en bahareque encementado en la ciudad de Bogotá, una comparación frente a los sistemas tradicionales de construcción*". Granados realizó un estudio económico de viviendas de interés social construidas con guadúa y recubierta con bahareque encementado a fin de cuantificar el ahorro que se puede obtener frente a otros métodos tradicionales de construcción en Bogotá. En su investigación, Granados compara el presupuesto de dos prototipos de viviendas populares progresivas proyectadas en mampostería confinada frente a las mismas viviendas planeadas en bahareque encementado. Luego de un análisis de precios unitarios realizados en las actividades más representativas como los cimiento, estructura, mampostería y cubierta, Granados concluyó que, en la primera vivienda, sorpresivamente el modelo en mampostería confinada resulta más económico que el modelo en bahareque encementado. En la segunda vivienda, se obtiene un ahorro del 35.21% utilizando bahareque encementado frente a la mampostería confinada.

En Ecuador, Nina Vacacela (2015) en su estudio "*Paneles de bahareque prefabricado y aplicación a una vivienda*" diseñó un panel prefabricado, utilizando la técnica del bahareque, mejorando su estructura y el relleno de barro y aplicándolo al diseño de una vivienda. Este proyecto se emplazó al sur del país, en el cantón Saraguro. Nina innovó el sistema tradicional del bahareque, prefabricándolo y modulándolo y proporcionó un ejemplo de vivienda sustentable, con criterios modernos de espacio y confort. También analizó y comparó el presupuesto de esta vivienda con paneles de bahareque prefabricado con sistemas constructivos de bloque y ladrillo, llegando a la conclusión de que los costos son similares, sin embargo, la vivienda con paneles de bahareque resultó un poco más económico.

Por otro lado, Kleiner Arévalo y David Villao (2021) en su investigación desarrollada en la provincia de Manabí en el cantón Chone, titulada "*Diseño y modelado estructural de una vivienda unifamiliar de Bahareque Encementado*" realizaron una propuesta de vivienda unifamiliar de Bahareque Encementado como respuesta al latente déficit habitacional en la provincia de Manabí. Para la estructura utilizaron la guadúa ya que Manabí es una de las provincias más productoras de guadúa en el país. La investigación incluyó el presupuesto de la casa incorporando un análisis comparativo con

otros sistemas constructivos, concluyendo que una vivienda de bahareque encementado de 2 plantas es menos costosa que una de hormigón armado y estructura metálica de 1 planta. Además, comprobaron la superioridad en cuanto a sostenibilidad que presenta el bahareque encementado respecto a sistemas de hormigón o estructura metálica.

Como se puede observar, según las investigaciones mostradas, el bahareque en mucho de los casos resulta un poco más económico que sistemas constructivos que impliquen al hormigón. Sin embargo, los costos de la construcción de edificaciones siempre están en constantes cambios y dependen mucho del lugar donde se construyan.

CAPÍTULO 2.0

CASO DE ESTUDIO

- 2.1 Contexto social, económico, cultural y ambiental del cantón Cañar
- 2.2 El bahareque en el cantón Cañar
- 2.3 El hormigón y el bloque de cemento en el cantón Cañar
- 2.4 Delimitación del área de estudio



2.1 Contexto social, cultural, ambiental y económico del cantón Cañar

El cantón Cañar conocida como San Antonio de las Reales Minas de Hatun Cañar está ubicado al sur del Ecuador, específicamente al noroeste de la provincia del mismo nombre. La organización territorial del cantón Cañar se divide en doce parroquias, una urbana que es la ciudad de Cañar y 11 parroquias rurales: Chontamarca, Ventura, San Antonio, Gualleturo, Juncal, Zhud, General Morales, Ducur, Chorocopte, Ingapirca y Honorato Vásquez. El cantón Cañar limita al norte con la provincia del Chimborazo, al sur con los cantones Azogues, Biblián y también con la provincia del Azuay, al este con el cantón Azogues y al oeste con el cantón La Troncal y la provincia del Guayas (Figura 9).

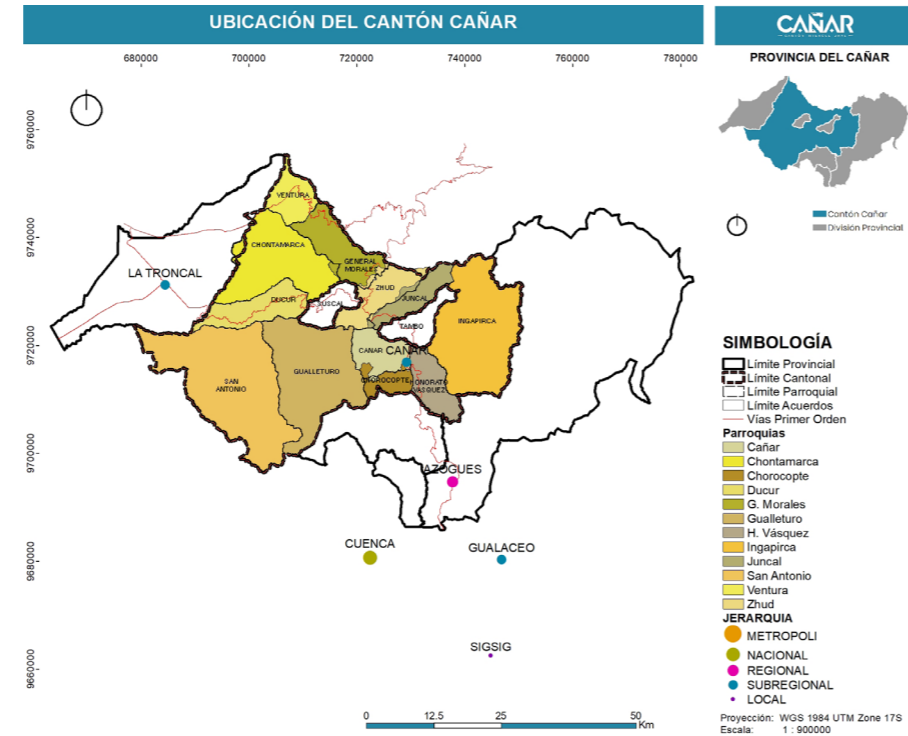
El cantón Cañar está rumbo a cumplir el bicentenario de su cantonización ya que el 25 de junio de 1824, por decreto firmado por Francisco de Paula Santander, quién era el general de la República y encargado del Poder Ejecutivo de la Gran Colombia, decretan cuatro cantones, entre ellos Cañar; fecha que consta en la Ley de División Territorial de la República, del Senado y de la Cámara de Representantes de la República de Colombia (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, s/f).

La sociedad del cantón Cañar tiene un gran apego a la religión católica y esto se debe a un milagro eucarístico que sucedió el 24 de junio de 1958. En una pequeña capilla de San Antonio, a 2km aproximadamente del centro cantonal y en presencia de feligreses, se observó la cara de Cristo vivo y radiante en la hostia consagrada y desde la parte inferior de la praxis se desprendían destellos o luces multicolores con gran intensidad. Algunos devotos lloraban, otros rezaban, otros tenían temor y miedo. La desconfianza y el escepticismo condujo a la búsqueda de causas naturales o trucos, pero no encuentran nada y creen en el milagro. Luego se investigó el suceso y el 5 de abril de 1961 se plasmó el Decreto Arquiepiscopal, a través del cual, Monseñor Manuel de Jesús Serrano Abad, arzobispo de la ciudad de Cuenca, declaró como un suceso históricamente cierto y no explicable por causas ordinarias y naturales (El Mercurio, 2023). Por esta razón, cada

año se conmemora este acontecimiento que renueva la fe de este pueblo milenario (Figura 10).

Según el censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el año 2010, el cantón Cañar tiene 59.323 habitantes, de los cuales el 39,03% de los habitantes es población indígena y el 57,53% mestiza. Cañar es un cantón intercultural que posee un patrimonio natural, arquitectónico, arqueológico, cultural e histórico. El cantón Cañar está con-

Figura 9: Ubicación y división política del Cantón Cañar



Elaboración: Equipo Técnico PDOT-PUGS-2020
Fuente: Recuperado de <https://sil.canar.gob.ec/ubicacion-y-limites.html>

siderado como la “cuna de la Gran Nación Cañari”, y hasta nuestros días han perdurado tradiciones milenarias como su vestimenta, música, rituales y gastronomía (Ministerio de Turismo, 2021).

En el cantón Cañar sobreviven algunas manifestaciones culturales prehispánicas. Como ejemplos se puede mencionar la fiesta del Inti Raymi, que en quechua significa "fiesta del sol", es una ceremonia incaica y andina celebrada en honor de Inti (Dios Sol) y se realiza cada solsticio de invierno el 24 de junio, en el hemisferio sur. El Inti Raymi se celebra en la parroquia urbana de Cañar y en Ingapirca. Otro ejemplo es la fiesta del Kapac Raymi, que se celebra el 21 de diciembre en el complejo arqueológico de Culebrillas en Juncal, que da por concluida la siembra de maíz y el año. Otra fiesta es la del Taita Carnaval en Juncal, que llena de colorido y tradiciones indígenas, gastronomía, etc. (GAD Cañar, 2015).

El 26 de enero de 2001, el cantón Cañar fue declarado “Capital arqueológica y cultural del Ecuador” reconocimiento otorgado por el entonces Congreso Nacional (hoy Asamblea Nacional de Ecuador) con acuerdo ministerial del Ministerio de Educación, Cultura, Deportes y Recreación del Ecuador. Este título asignado al cantón Cañar fue en reconocimiento a su valiosa riqueza arqueológica y al patrimonio cultural de tipo material e inmaterial que persisten en sus territorios. Ingapirca, Cerro Narrío, la Laguna Sagrada de Culebrillas, Shungumarca, Zhisho y Yanahurco son lugares con mucho valor arqueológico, cultural y paisajístico que fueron nombrados de “primer orden” tras la declaratoria. Además, existen otras zonas de gran interés patrimonial y arqueológico como Paredones, Labrashcarumi, Cazhaloma, Nuñoloma, Yanacauri, Pinzhul y la Ruta del Qhapac Ñan (Ministerio de Turismo, 2021).

El cantón Cañar se ubica en mesetas de la cordillera de los Andes alcanzando en su punto máximo 3806 msnm y en sus territorios bajos rodean los 200msnm, por esta razón el cantón cuenta con una gran biodiversidad. Es el cantón más extenso de la provincia del Cañar, teniendo una superficie de 1894,47 Km² y su población se ha desarrollado a lo largo del río Cañar siendo este río su fuente hídrica principal (GAD Cañar, 2015).

En cuanto al contexto económico, según el Gobierno Autónomo Descentra-

lizado de la Provincia del Cañar (2015) señala que la población económicamente activa en el cantón Cañar gira en torno a las actividades agrícolas y con base en el censo realizado por el INEC en el año 2010, afirma que el 55% de la población económicamente activa corresponde al sector primario, es decir, los que realizan actividades que extraen materias primas de la naturaleza. El 12% está en el sector secundario, que trata de la manufactura y producción de bienes para la venta y el consumo. Por último, el 33% corresponde al sector terciario que implica el transporte, el comercio, las comunicaciones, el turismo, la sanidad y la educación.

Figura 10: Después del milagro esucarístico, la custodia fue trasladada desde la Capilla San Antonio a la Iglesia Matriz del Cantón, a este evento asistieron ciudadanos de diferentes lugares del país.



Fuente: Foto Navas

2.2 El bahareque en el cantón Cañar

Como se mencionó anteriormente, el cantón Cañar es considerado como la “cuna de la Gran nación Cañari”. Existen registros de que la cultura cañari ya empleaba la técnica del bahareque, según Pesántez y González (2011) los Cañaris para su arquitectura utilizaron los materiales de su entorno y sus viviendas eran construidas de piedra, generalmente de planta circular y otras con paredes de bahareque, techo de paja y piso de tierra. Pesántez y González también manifestaron que el bahareque era más económico como sistema constructivo y esta técnica se encontraba incorporada en los saberes populares desde la época Cañari, por esta razón, el bahareque fue la técnica más utilizada por los indígenas para construir sus viviendas antes y después de la llegada de los españoles, manteniéndose la paja para la cubierta, que debía cambiarse cada dos o tres años, pero su beneficio radicaba porque era un buen aislante térmico y facilitaba la disipación del humo que se producía al interior del hogar.

La técnica del bahareque ha sido susceptible a transformaciones a lo largo del tiempo causadas por la mezcla de culturas constructivas cañaris, incas y españolas. Esta técnica pervivió tanto en la época Cañari, Inca, colonial y republicana, llegando hasta nuestros días, pero cada vez con menos presencia.

Detrás de los sistemas constructivos vernáculos o tradicionales como el bahareque se pueden encontrar tradiciones, saberes ancestrales o populares, técnicas, costumbres, es decir, una cultura constructiva de nuestro pueblo milenario. Además, estas construcciones en tierra aportan a minimizar el impacto ambiental y también a disminuir un cantón gris que es causado por el uso excesivo del hormigón.

Según estudios realizados por Beltrán et al. (1995), en su tesis titulada “Análisis de sistemas constructivos de la ciudad de Cañar y propuesta de mejoramiento” analizaron mediante un muestreo 501 viviendas del centro urbano del cantón Cañar y determinaron que el 48,10% (241 viviendas) estaban hechas de bahareque y el 22,76% (114 viviendas) eran combinaciones del bahareque y de otros sistemas constructivos (adobe, tapial, bloque,

ladrillo y madera).

Entre las investigaciones realizadas por Beltrán et al. (1995), también se puede encontrar encuestas efectuadas a propietarios de 198 viviendas construidas con muros de bahareque con la finalidad de saber el principal motivo que los llevó a construir con esta técnica. Los resultados revelaron que el 44,95% eligió el bahareque porque se adaptó a sus recursos económicos, el 40,4% fue por la disposición de mano de obra, el 36,87% por condiciones del terreno y el 0,01% no respondió. Muchas de estas viviendas perviven, pero el estado de conservación de algunas viviendas de bahareque no son las adecuadas (Figuras 11, 12 y 13).

Actualmente, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) ha inventariado 324 edificaciones patrimoniales en todo el cantón Cañar, uno de los sistemas constructivos que resaltan en estas edificaciones patrimoniales son los muros de bahareque.

Por otro lado, en el censo de población y vivienda, el INEC (2010) registró el material de paredes exteriores de 7885 viviendas en el cantón Cañar, contabilizando 792 viviendas con paredes exteriores de caña revestida o bahareque, que corresponde al 5,42% del total. Una cifra pequeña que es opacada por los materiales industriales.

Actualmente, en el cantón Cañar ha disminuido drásticamente la construcción nueva en bahareque y esta situación da cuenta de que los sistemas constructivos vernáculos o tradicionales son desvalorizados o menos “atractivos” en el mercado de la construcción. Cada vez es más complicado encontrar mano de obra que tenga conocimientos sobre el bahareque. Además, la mayoría de personas de este cantón prefieren utilizar materiales industriales como el bloque de cemento y el hormigón armado para construir su vivienda.

Por otro parte, la estructura de un muro de bahareque tradicional del cantón Cañar está constituida por diversos elementos. Según Beltrán et al. (1995), el muro de bahareque se realiza colocando un elemento de madera (solera inferior) que desempeña el papel de cadena y está fijada al sobrecimiento correctamente nivelado. Sobre la solera inferior se colocan elementos verti-

Figura 11: Vivienda de bahareque en mal estado en el centro urbano de Cañar, calle 10 de agosto.



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

Figura 12: Vivienda de bahareque en mal estado en el centro urbano de Cañar, calle 24 de Mayo.



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

Figura 13: Vivienda de bahareque en mal estado en el centro urbano de Cañar, calle Borrero.



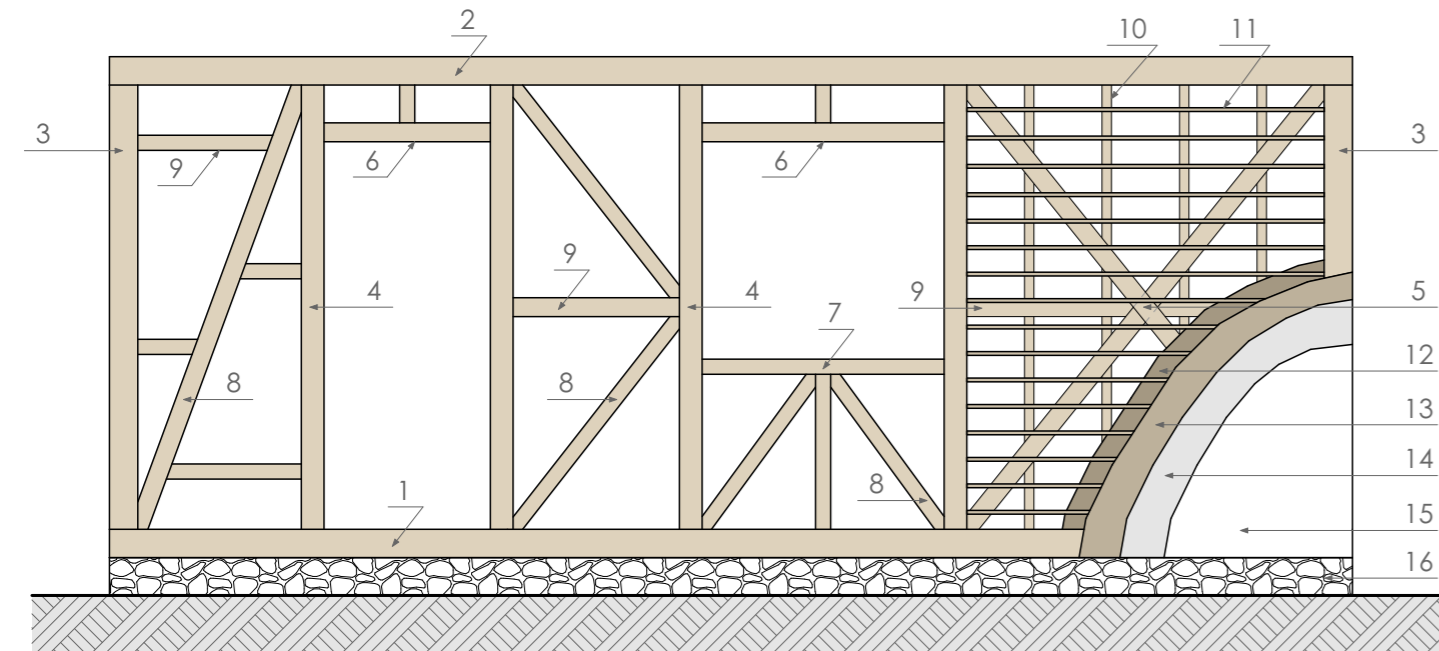
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

cales llamados pilares y pies derechos, en el extremo superior se sitúa una nueva solera (solera superior). La unión entre soleras se hace mediante ensambles a media madera, los pilares y pies derechos están articulados a las soleras superiores e inferiores mediante ensambles a caja y espiga, estos ensambles se refuerzan con clavos. Una vez terminada la estructura principal, se procede al armado de dinteles, peanas y medianeras que van arriostradas por medio de diagonales (trinquetes o riostras), también se utiliza mucho la denominada Cruz de San Andrés, estas uniones se realizan mediante destajes y fijados con clavos. Luego se procede a colocar las barras o puntales (fijados con clavos) y sobre toda la estructura se fijan ca-

rrizos o cañas y se rellena la cámara que se ha formado con barro arcilloso, piedra, cisco y paja.

Finalmente, para el revestimiento del muro se aplica un revoque, que es una capa de protección de barro y fibra vegetal (comúnmente paja del ce-ro) de alrededor de 2 a 4 cm de espesor. Sobre el revoque se aplica una capa de 1 a 3 mm de espesor llamada empañete, que es una mezcla de tierra, estiércol de caballo, agua y un porcentaje de yeso o cal para que mejore su resistencia (Figura 14).

Figura 14: Elementos del muro de bahareque



Leyenda:

1. Solera inferior
2. Solera superior
3. Columnas
4. Pie derecho
5. Cruz de San Andrés
6. Dintel
7. Peana
8. Trinquete o riostra
9. Medianera
10. Barras o puntales
11. Carrizo o caña
12. Embutido de barro
13. Revoque de Barro
14. Empañete
15. Pintura
16. Sobrecimiento

Fuente: Análisis de sistemas constructivos en la ciudad de Cañar y propuesta de mejoramiento (1995)
Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

2.3 El hormigón armado y el bloque de cemento en el cantón Cañar

Retomando los estudios realizados por Beltrán, Flores y Santacruz (1995) también concluyeron que de las 501 viviendas analizadas en el centro urbano del cantón Cañar el 4,79% (24 viviendas) fueron construidas con bloque de cemento y el 14,37% (72 viviendas) eran combinaciones de bloque de cemento con otros sistemas constructivos (bahareque, adobe, tapial, ladrillo y madera). En esa época el bloque de cemento era un material no tan usado en el medio, su utilización empezó a tomar fuerza en la construcción de viviendas en los años siguientes.

Figura 15: Construcción rural con bloque de cemento visto. Sector Iza Vieja, Cañar



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

En el censo de población y vivienda 2010, el INEC registró el material de paredes exteriores de 7885 viviendas en el cantón Cañar, contabilizando 720 viviendas con paredes exteriores de hormigón (4.93%) y 8081 de bloque o ladrillo (55.35%). Estos resultados demuestran que el bloque de cemento y el ladrillo son los materiales que comúnmente eligen las personas en el cantón.

El hormigón armado y el bloque de cemento se ha convertido en el principal sistema constructivo usado en el cantón Cañar y esto se debe a que en el mercado de la construcción existe mayor oferta de la mano de obra para la construcción de viviendas con hormigón armado en su estructura y mampostería de bloque de cemento para las paredes. Otro factor importante es lo económico ya que resulta más barato comparado con otros sistemas

Figura 16: Construcción rural con bloque de cemento visto. Sector Iza Vieja, Cañar



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

constructivos contemporáneos.

En zonas rurales del cantón Cañar se observa la rápida y progresiva invasión de materiales industriales como el bloque de cemento y el hormigón armado. Construcciones que en muchos de los casos no tienen ningún tipo de recubrimiento generando edificaciones grises que no armonizan con el contexto paisajístico (Figuras 15 y 16).

2.4 Delimitación del área de estudio

Se considera como área de estudio la cabecera cantonal de Cañar debido a que existe gran presencia de viviendas construidas en bahareque. Aunque no existe un registro completo de estas viviendas, solo basta con caminar por las calles de la ciudad y se puede entender que el bahareque fue una técnica constructiva que influyó en el desarrollo de la ciudad de Cañar (Figuras 17, 18, 19 y 20).

Figura 17: Vivienda de 3 niveles con muros de bahareque ubicada en la Av. 24 de Mayo



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

Figura 18: Viviendas con muros de bahareque ubicadas en la calle Simón Bolívar.



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

La cabecera cantonal de Cañar es poseedora de un singular patrimonio arquitectónico que amerita ser inventariado, delimitado y sobre todo conservado, que además de ser un reflejo de lo estético, lo histórico y lo tradicional, es el resultado de procesos de transformaciones socio-espaciales y culturales. Las concepciones socioeconómicas, espaciales y religiosas provenientes de España se sincretizaron con la cultura constructiva local generando un entorno paisajístico y cultural muy característico y típico de la ciudad de Cañar (Guaraca, 2007).

El INPC ha inventariado 222 edificaciones patrimoniales en el centro urbano de Cañar (Figuras 21, 22 y 23), Diego Guaraca (2007) afirma que los materiales predominantes en las paredes de las edificaciones patrimoniales son el bahareque y el adobe. Además, Guaraca investigó cuáles fueron las razones para que los propietarios de las edificaciones patrimoniales elijan al bahareque como sistema constructivo para construir su vivienda, entre las razones se encontraron las siguientes:

Figura 19: Vivienda con muros de bahareque ubicada en la calle Guayaquil.



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

Figura 20: Vivienda de 3 niveles con muros de bahareque ubicada en la Av. 24 de Mayo



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

- Adaptación a sus recursos económicos (adecuado al presupuesto familiar).
- Disposición de mano de obra.
- Condiciones del terreno, en vista de la irregularidad topográfica, de la presencia de fallas geológicas, la población consciente e inconscientemente ha optado por construir utilizando el bahareque dado a su flexibilidad.

La ciudad de Cañar ha tenido una marcada cultura constructiva con el bahareque, Diego Guaraca (2007) analizó las edificaciones inventariadas por el INPC y graficó la casa tradicional de Cañar (Figura 24). Antes resultaba económica la construcción de viviendas por la disposición de mano de obra que había y al construir la estructura de la vivienda de madera con refuerzos triangulares como por ejemplo la cruz de San Andrés, las edificaciones han respondido bien a los diferentes sismos que han sucedido.

Sin embargo, las razones que presenta Guaraca para construir edificaciones

Figura 21: Edificación inventariada por el INPC con muros de bahareque, calle Bolívar (junto al parque central)



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

Figura 22: Edificación inventariada por el INPC con muros de bahareque, calle Bolívar.



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

Figura 23: Edificación inventariada por el INPC con muros de bahareque, calle Bolívar (junto al parque central)

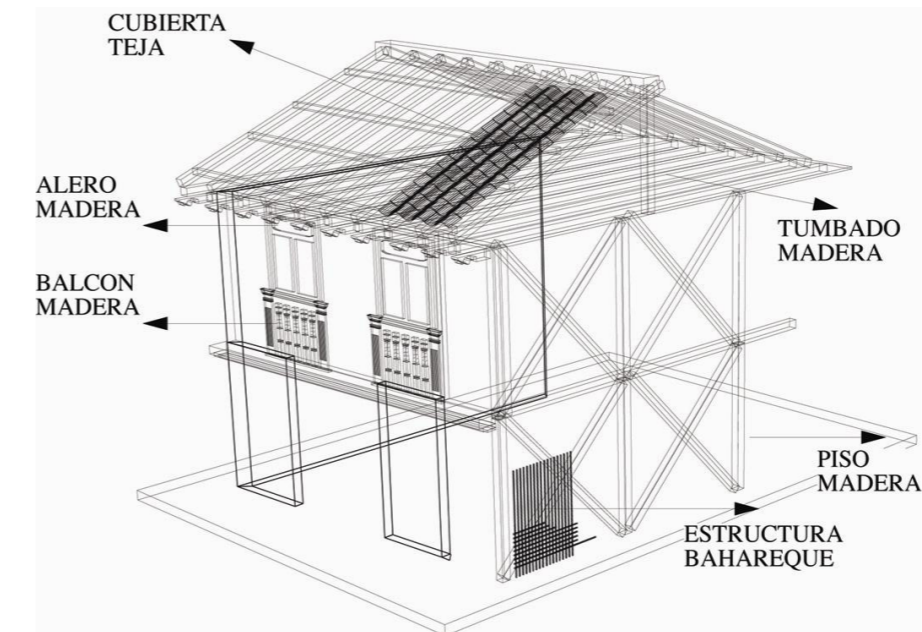


Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

con la técnica del bahareque no son las mismas en la actualidad. Profesionales de la construcción de viviendas en la cabecera cantonal de Cañar afirman que resulta más complejo construir con la técnica del bahareque que con hormigón armado y bloque de cemento, los costos en la construcción y la disposición de mano de obra ya no es como los tiempos de antes. Sin embargo, la intención de esta investigación es indagar los diferentes recursos (humanos, materiales, tecnológicos) necesarios para la construcción de una vivienda utilizando el sistema constructivo del bahareque y tratar de

optimizar los costos de su construcción. Además, se pretende fomentar el uso de esta técnica para que sea una opción viable para la construcción de viviendas porque es posible generar proyectos contemporáneos en tierra que sean confortables y generen menor impacto ambiental. De esta manera, se procura aportar a la conservación de una cultura constructiva propia de la ciudad, que poco a poco está desapareciendo y destruyéndose debido a la preferencia de materiales industriales (Figura 25).

Figura 24: Sistema constructivo de la casa tradicional de Cañar



Fuente: Reseña Histórica Y Memoria Urbano Arquitectónica de la ciudad de Cañar, 2007

Figura 25: Vivienda de bahareque destruida y el contraste de materiales en la ciudad de Cañar



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

CAPÍTULO 3.0

METODOLOGÍA

- 3.1 Análisis de vivienda mínima
- 3.2 Rubros y presupuesto de construcción
- 3.3 Costos de mantenimiento y vida útil de una vivienda de bahareque
- 3.4 Investigación del mercado (mano de obra, herramientas, materiales) disponibles en el centro urbano de Cañar
- 3.5 Análisis comparativo



3.1 Análisis de vivienda mínima

Esta propuesta de vivienda mínima tiene un área de construcción de 83,15m² y está diseñada para una familia de 3 personas: una pareja y un hijo(a). Los espacios que tiene esta vivienda mínima son: sala, comedor, cocina, lavandería, baño completo, dormitorio de padres y dormitorio para un hijo(a). El diseño de esta vivienda mínima considera algunas características que se describen en el documento realizado por el Ministerio de Desarrollo Urbano Y Vivienda en el año 2018 titulado *Lineamientos mínimos para revisión y validación de tipologías de vivienda*, los cuales son los siguientes:

- La vivienda deberá tener como mínimo dos dormitorios, un baño completo, sala -comedor, cocina, lavado y secado.
- Debe contar con un área total mínima de 49 m², se excluye circulaciones horizontales y verticales exteriores y/o espacios comunales.
- Las tipologías deberán contar con áreas destinadas para lavado y secado de ropa por cada unidad de vivienda. El área de lavado deberá tener como mínimo la piedra de lavar.
- El área de cocina deberá contar con espacio para refrigeradora, mesón de cocina donde se ubique el fregadero, espacio para manipulación de alimentos y para colocar como mínimo un electrodoméstico, y cocina.

El diseño procura que cada integrante de la familia tenga una buena calidad de vida en la vivienda mínima, por esta razón se considera el mismo patrón que ha tenido la vivienda mínima a lo largo del tiempo: aprovechar al máximo la luz natural, que exista una buena iluminación y ventilación de los espacios y unas dimensiones mínimas necesarias con el aprovechamiento óptimo de las áreas.

Se aprovecha al máximo la luz natural mediante ventanas que brindan iluminación en todos los espacios, reduciendo el consumo eléctrico en la iluminación. Además, el emplazamiento de la vivienda mínima permite que el sol entre en las mañanas indirectamente a la sala, comedor, cocina y en la tarde el sol influye en los dormitorios y en la cocina (Figuras 26 y 27).

Según Catalán (2018) la gran masa o inercia térmica de las construcciones en tierra permite la acumulación de calor, que después se va liberando paulatinamente, esto beneficiaría a los dormitorios de la vivienda ya que en la noche mejoraría el confort térmico.

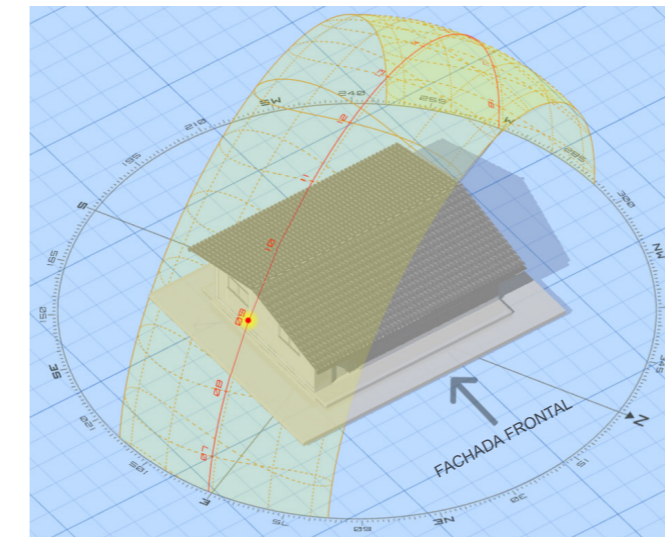
Por otro lado, la ventilación de los espacios es importante ya que renueva el aire para mejorar el confort y el bienestar de quienes la habitan. Esta vivienda propone una ventilación cruzada de los espacios que permite el flujo de aire fresco, además, también puede ayudar a eliminar la humedad y los olores no deseados del interior de la vivienda (Figura 27).

Para esta investigación, la vivienda mínima se emplazará en la ciudad de Cañar, en el sector Tiopamba Bajo, que es una zona de crecimiento urbano (Figura 28). Esta vivienda tipo se proyectará construirla con dos sistemas constructivos importantes de la ciudad de Cañar, con el objetivo de comparar sus presupuestos. Por un lado, la vivienda mínima construida con la técnica tradicional de bahareque, que ha sido muy utilizada en épocas pasadas y que ha influenciado en el desarrollo de nuestra ciudad. Y, por otro lado, la vivienda mínima edificada con mampostería confinada con bloque de cemento, que hoy en día, es el sistema constructivo más común en la ciudad de Cañar.

El análisis comparativo de estos dos sistemas constructivos se centrará en los costos referenciales de los muros y su estructura, ya que la cimentación, el contrapiso y la cubierta serán las mismas para las dos viviendas. El terreno posee un suelo firme y estable, por esta razón, su cimentación comprende cimientos de hormigón ciclópeo y una cadena de hormigón armado. Su cubierta es de estructura vista de madera y como acabado final se usa la teja artesanal.

El objetivo de esta comparación es que la sociedad del cantón Cañar tenga información sobre los costos de construcción de una técnica tradicional o vernácula y de un sistema constructivo convencional, para luego desarrollar una propuesta de optimización de costos para la vivienda mínima de bahareque.

Figura 26: Recorrido solar, 19 de marzo de 2024 a las 09h00



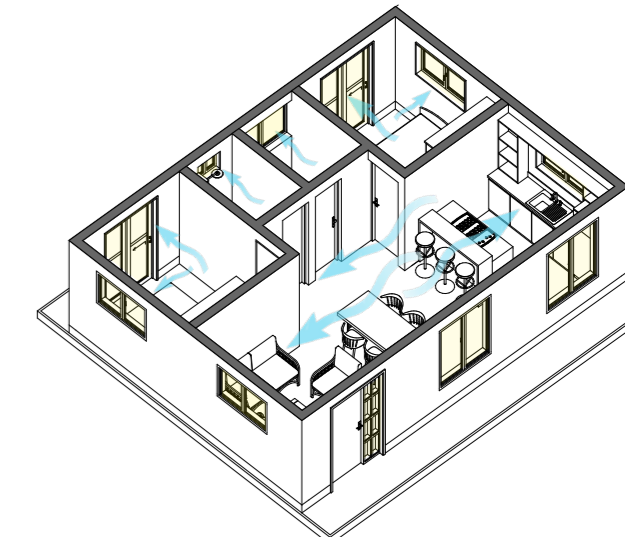
Elaboración : Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Figura 28: Ubicación de la vivienda mínima



Elaboración : Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Figura 27: Ventilación cruzada y ventanas de la vivienda mínima



Elaboración : Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 2: Cuadro de áreas de la vivienda tipo.

CUADRO DE ÁREAS	
AMBIENTE	ÁREA (m ²)
SALA	7,36
COMEDOR	4,95
COCINA/DESAYUNADOR	10,88
DORMITORIOS	22,32
BAÑO	3,81
LAVANDERÍA	4,31
CIRCULACIÓN INTERIOR	12,52
CIRCULACIÓN EXTERIOR	17,00
TOTAL	83,15

Elaboración : Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

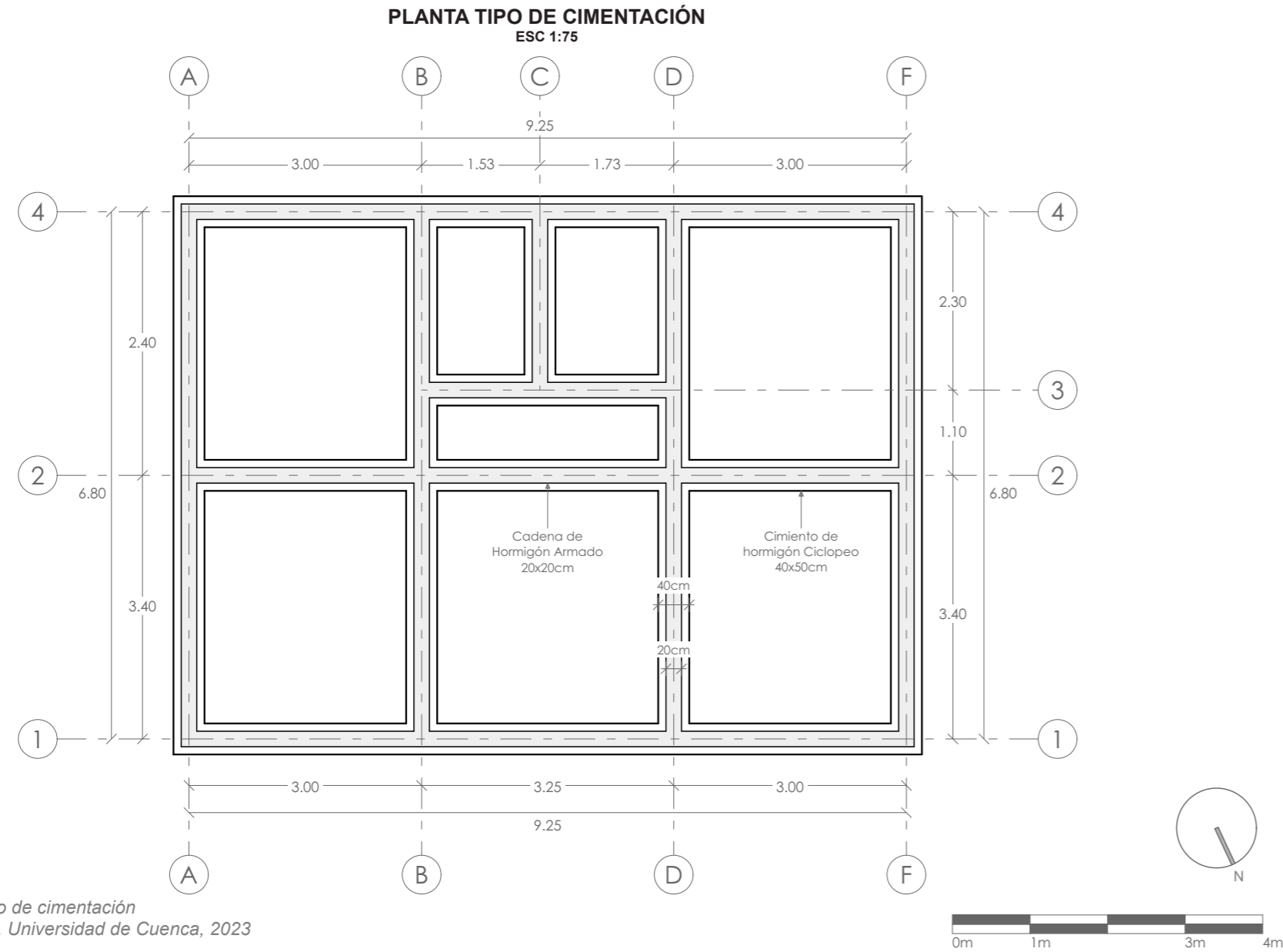


Figura 29: Planta tipo de cimentación
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

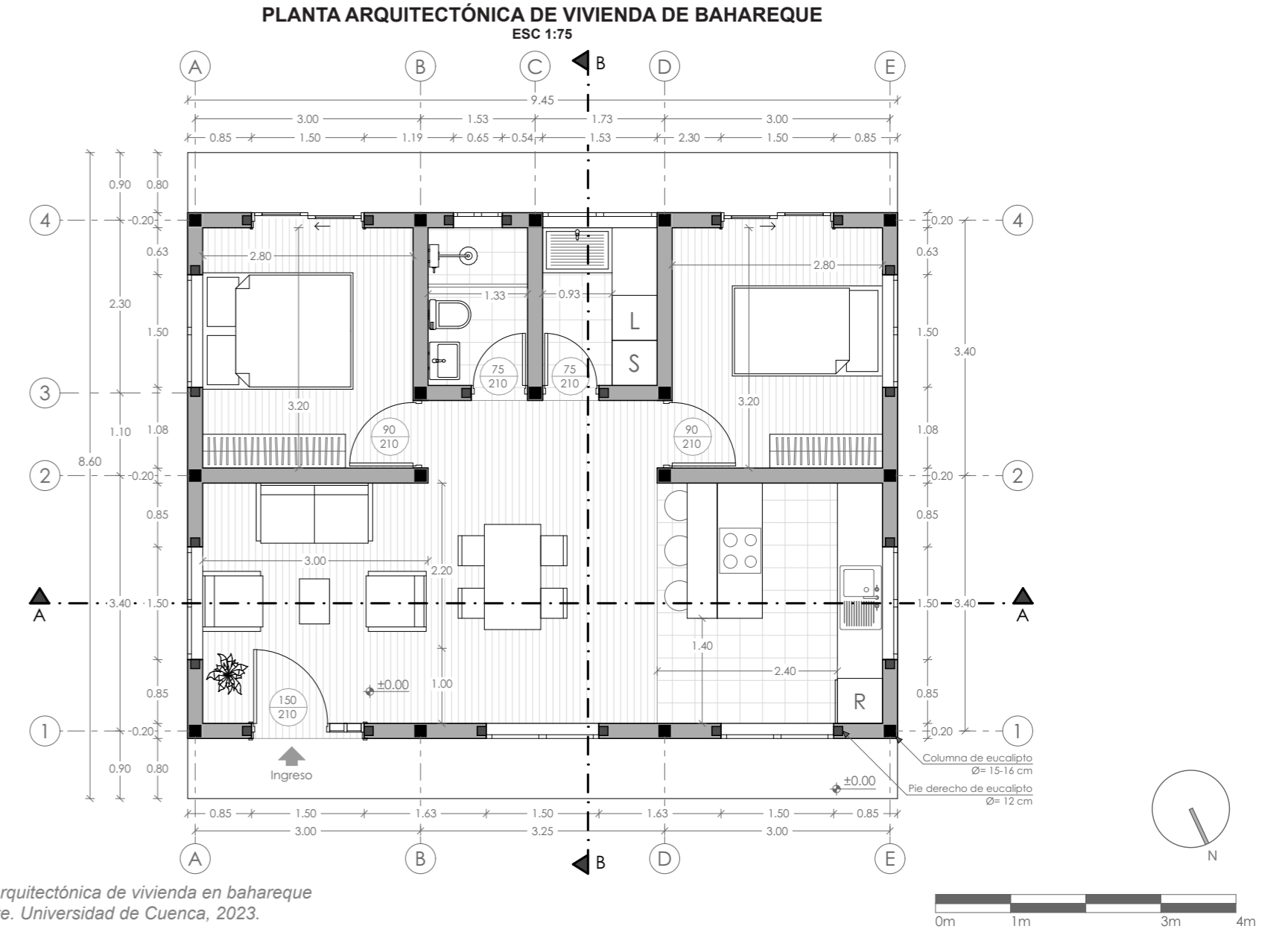


Figura 30: Planta arquitectónica de vivienda en bahareque
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

PLANTA ARQUITECTÓNICA DE VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA CONFINADA CON BLOQUE DE HORMIGÓN
ESC 1:75

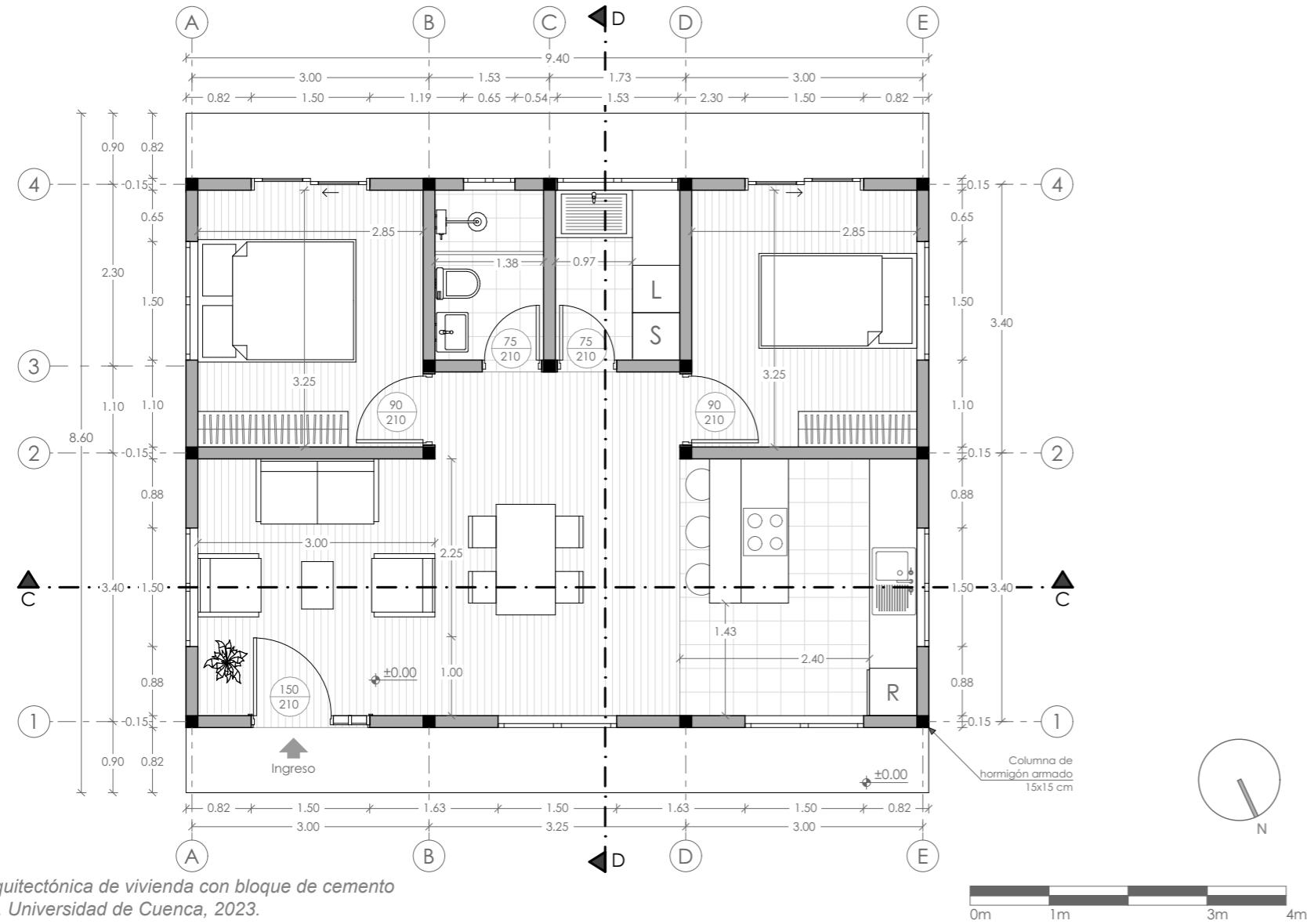


Figura 31: Planta arquitectónica de vivienda con bloque de cemento
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

PLANTA TIPO DE CUBIERTA
ESC 1:75

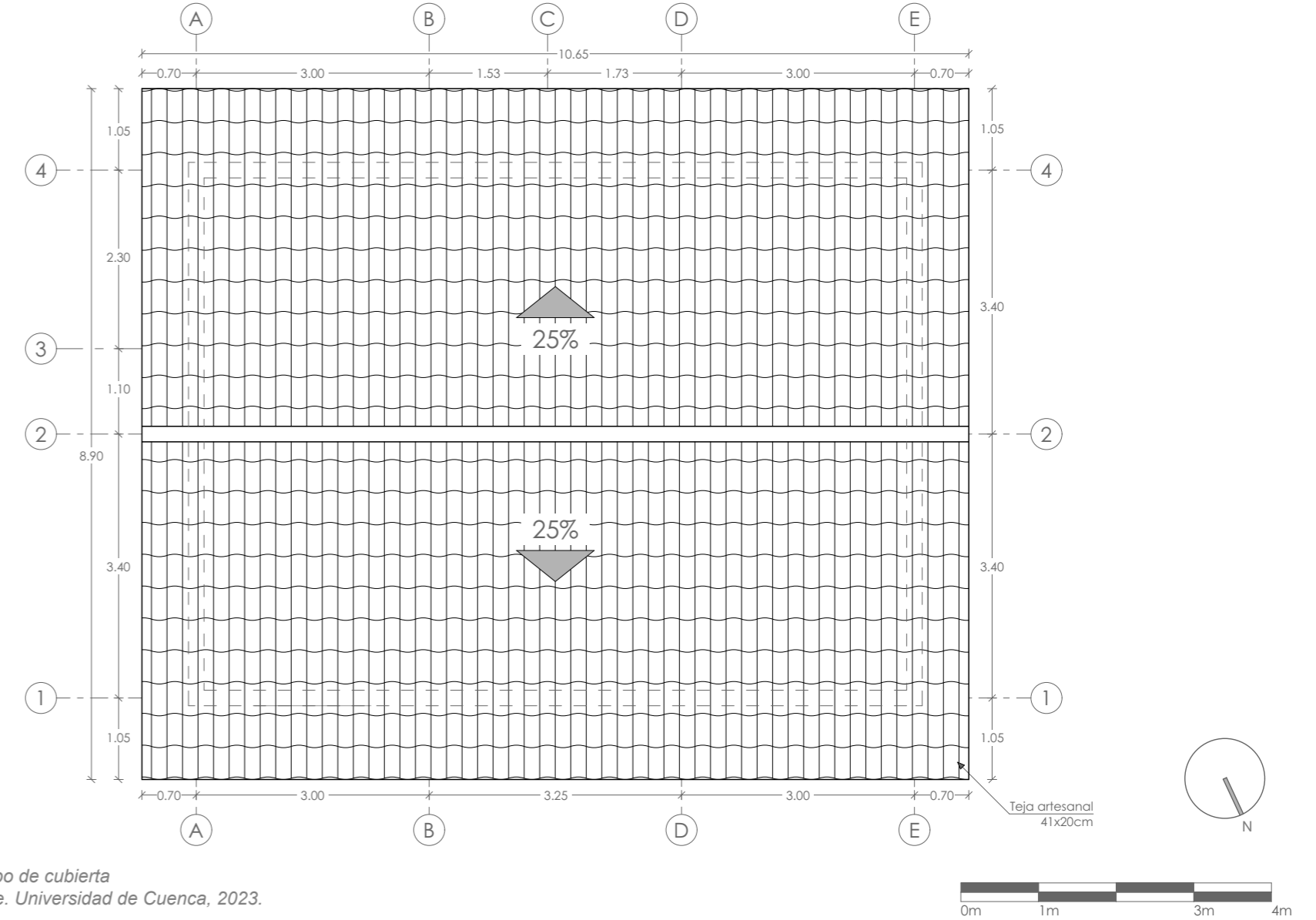


Figura 32: Planta tipo de cubierta
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

PLANTA TIPO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
ESC 1:75

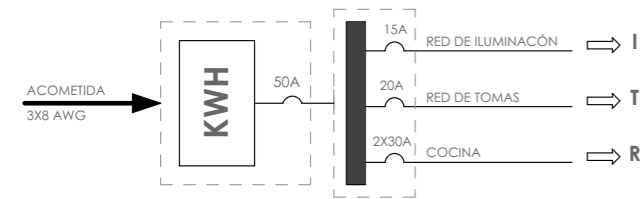


Figura 33: Diagrama Unifilar
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 3: Simbología de Instalaciones eléctricas.

SIMBOLOGÍA	
	Luminaria
	Red de Iluminación
	Red especial
	Red de tomacorrientes
	Tomacorriente
	Interruptor simple
	Interruptor doble
	Tablero de distribución
	Medidor

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023

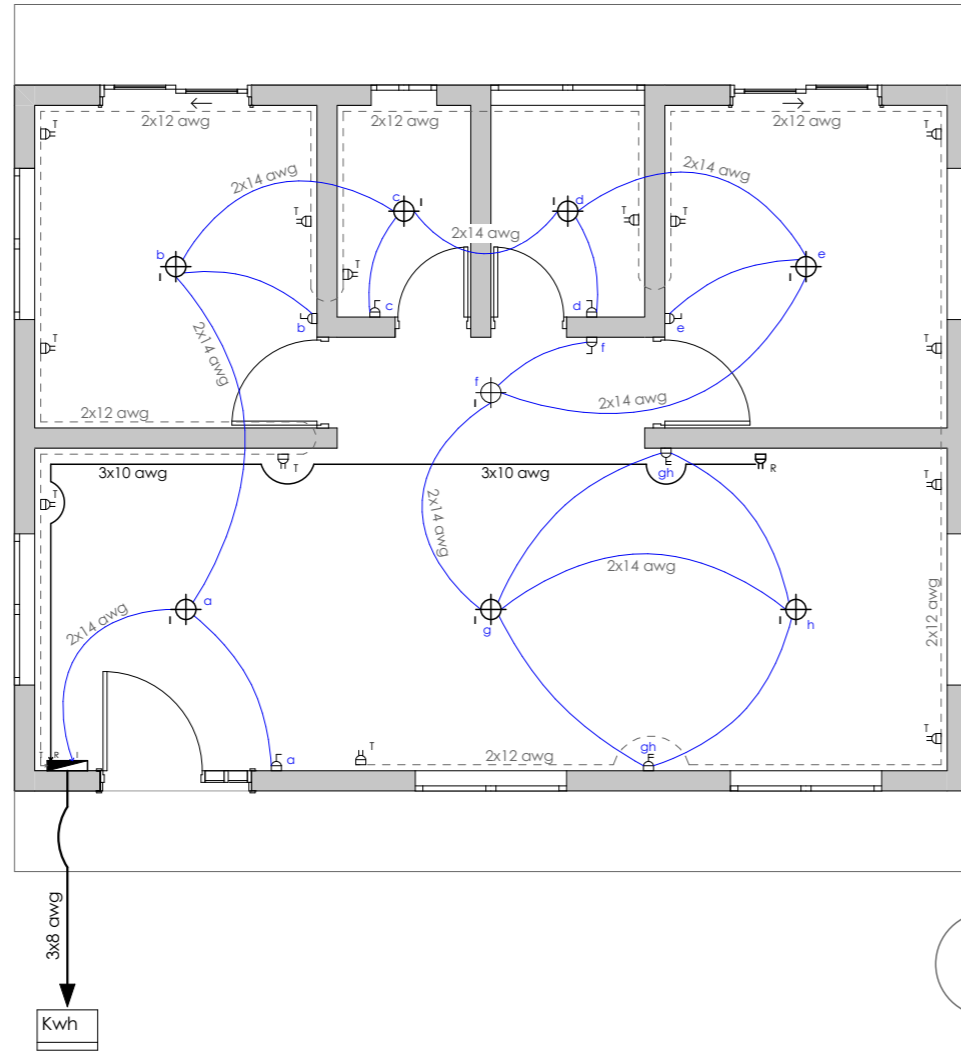


Figura 34: Planta tipo de instalaciones eléctricas
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.



PLANTA TIPO DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS
ESC 1:75

Tabla 4: Simbología de Instalaciones Hidrosanitarias.

SIMBOLOGÍA	
	Tubería de agua servida PVC 2" y 4"
	Tubería de agua lluvia PVC 3"
	Tubería HG. 1/2" (Agua fría)
	Tubería HG. 1/2" (Agua caliente)
	Punto de Agua Potable
	Valvula Cheq
	Llave de paso
	Medidor
	Punto de agua servida
	Codo
	TEE
	Pozo de revisión A. Servidas
	Calefón
	Bajante de aguas lluvia PVC 3"

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

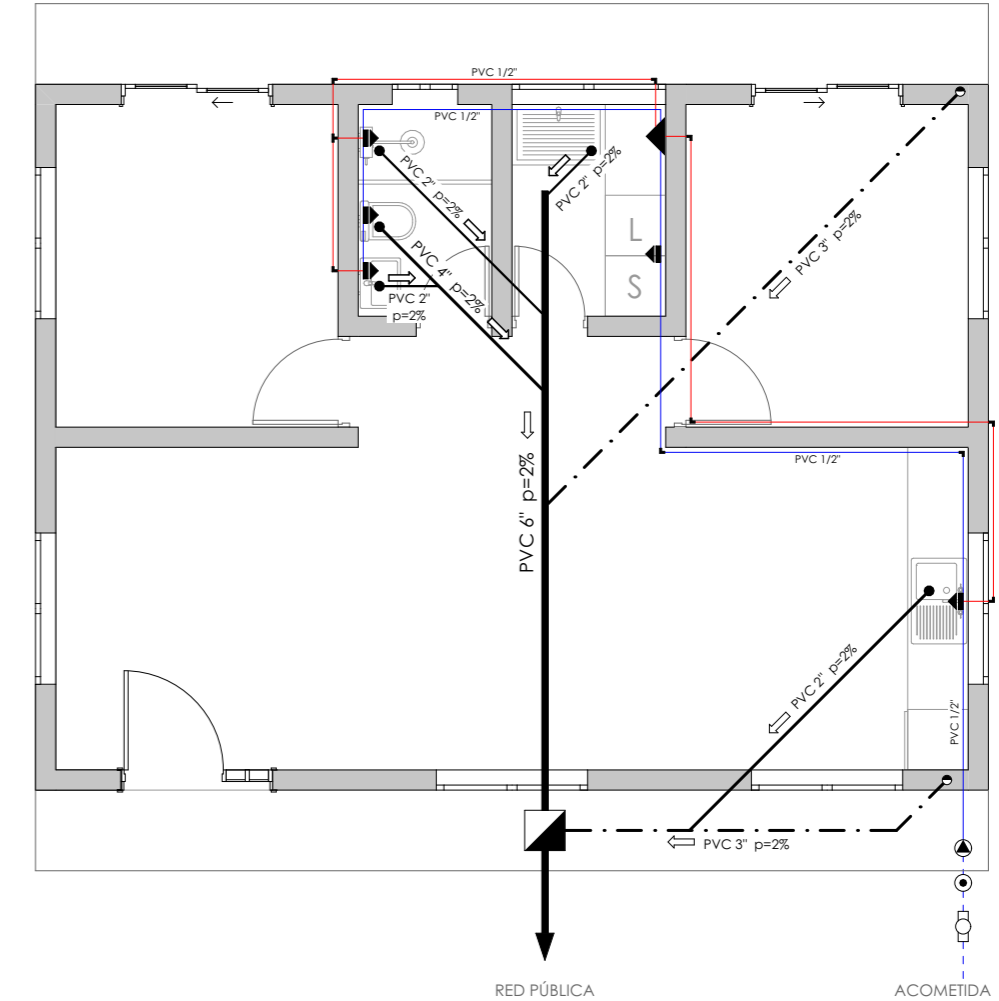


Figura 35: Planta tipo de instalaciones sanitarias
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.



VIVIENDA DE BAHAREQUE
ESC. 1:125

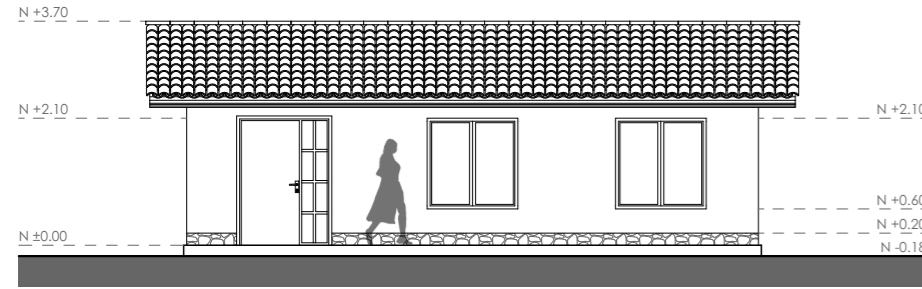


Figura 36: Elevación frontal
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

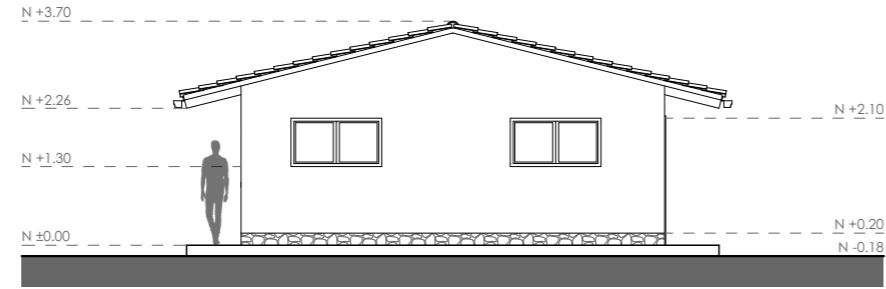


Figura 37: Elevación lateral derecha
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

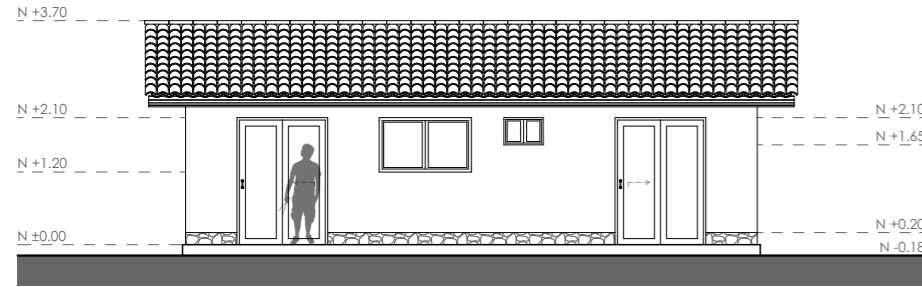


Figura 38: Elevación posterior
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

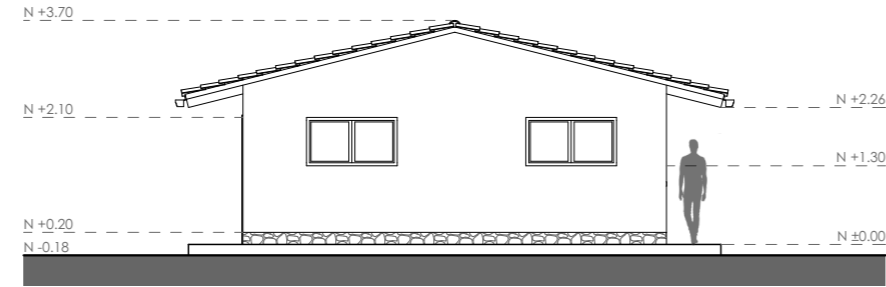


Figura 39: Elevación lateral izquierda
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

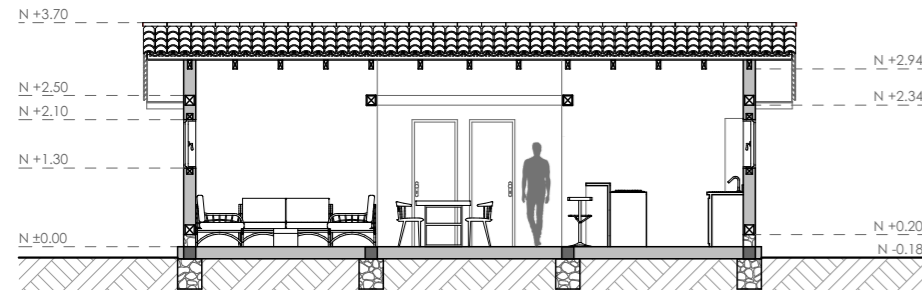


Figura 40: Corte A - A
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

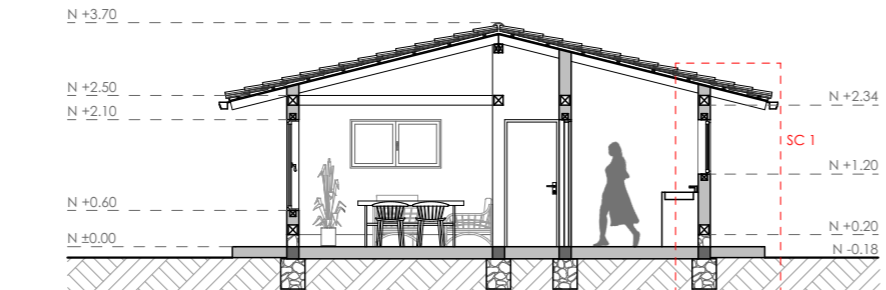


Figura 41: Corte B - B
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA CONFINADA CON BLOQUE DE HORMIGÓN
ESC. 1:125

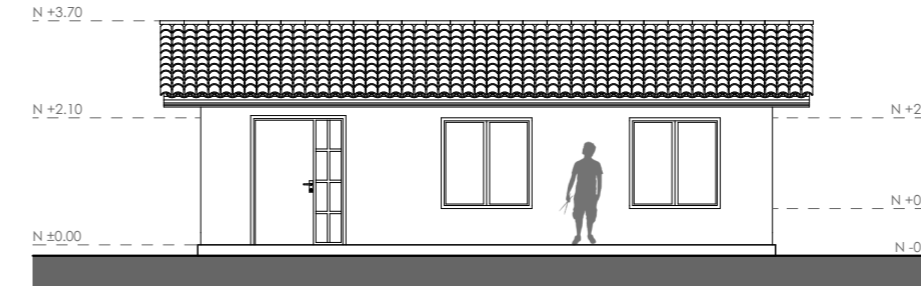


Figura 42: Elevación frontal
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

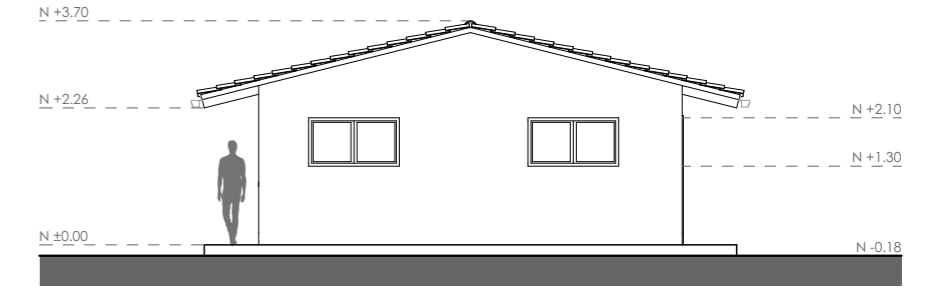


Figura 43: Elevación lateral derecha
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

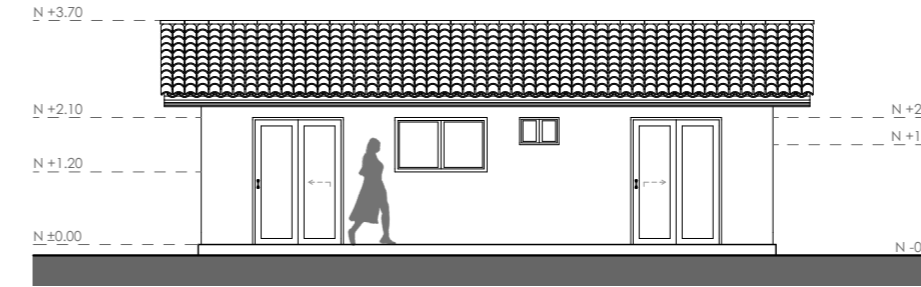


Figura 44: Elevación posterior
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

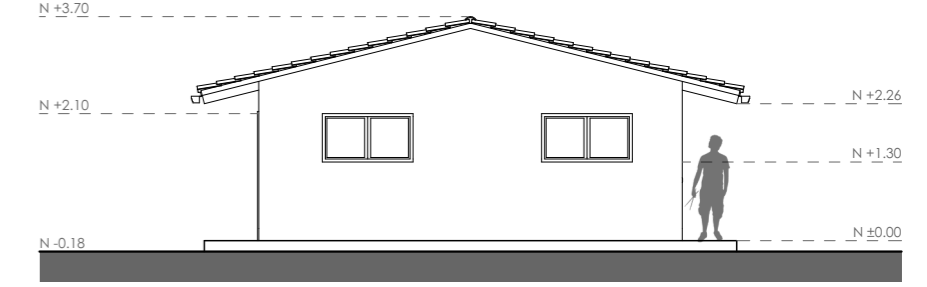


Figura 45: Elevación lateral izquierda
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

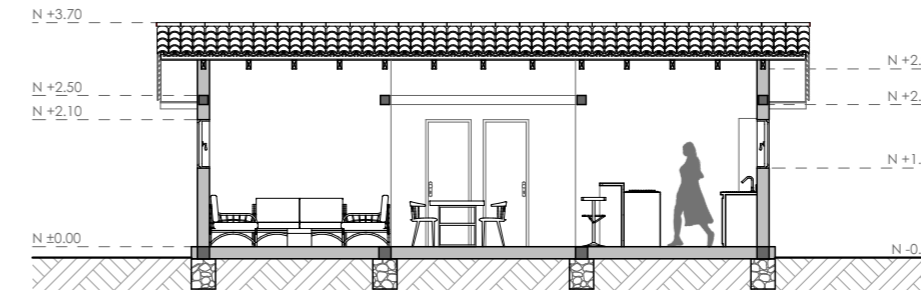


Figura 46: Corte C - C
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

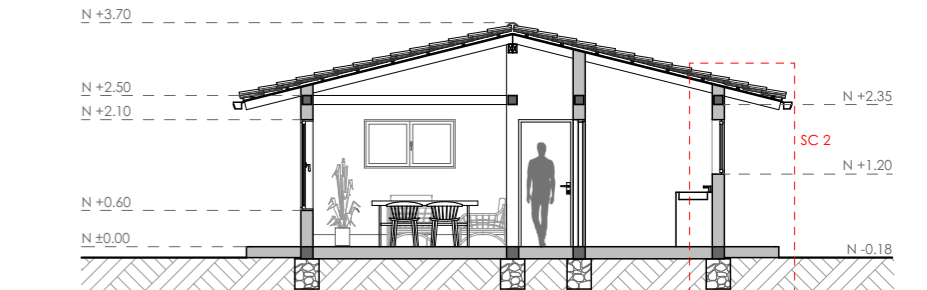


Figura 47: Corte D - D
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

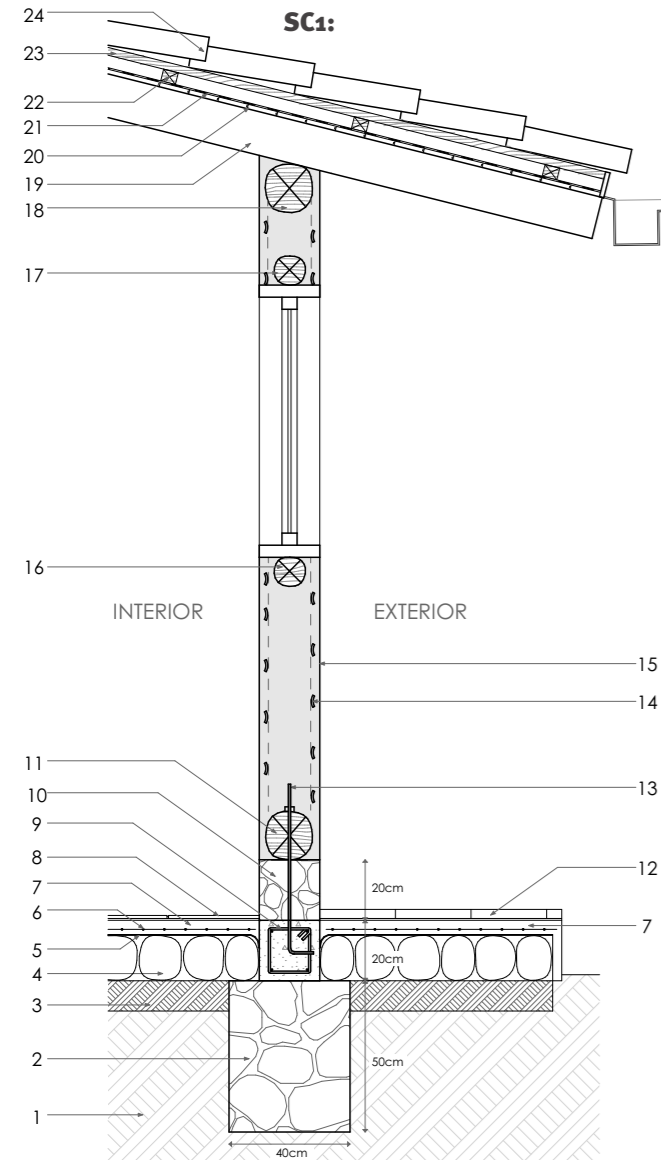


Figura 48: Sección constructiva muro de bahareque
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

SECCIONES CONSTRUCTIVAS
ESC. 1:125

LEYENDA:

1. Suelo natural
2. Cimiento de hormigón ciclópeo 40x50cm (60% H°S° F'c=210 kg/cm² + 40% piedra)
3. Suelo compactado h=10cm
4. Cama de piedra bola h= 15cm
5. Impermeabilizante. Polietileno e=0.03mm
6. Malla electrosoldada U71
7. Loseta de hormigón e=5 cm (F'c=210 kg/cm²)
8. Piso de cerámica 30x30cm
9. Cadena de hormigón armado 20x20cm (F'c=210 kg/cm²) (V6 / 4Ø9mm / E Ø 4@15cm)
10. Zócalo de piedra bola h=20cm
11. Solera inferior de eucalipto Ø=15-16cm
12. Piso de tejuelo hexagonal alargado artesanal 25x25cm
13. Varilla de fijación Ø=14mm (unión solera inferior - cadena)
14. Caña guadúa dividida
15. Muro de bahareque e=20cm
16. Antepecho. Pingo de eucalipto Ø=10cm
17. Dintel. Pingo de eucalipto Ø=10cm
18. Solera superior de eucalipto Ø=16-15cm
19. Tirante de pino 7x14cm
20. Entablonado o machimbre de madera e=2cm
21. Impermeabilizante. Polietileno e=0.03mm
22. Tiras de eucalipto 4x5cm
23. Tirillas de eucalipto 2x2.5cm
24. Teja artesanal 41x20cm
25. Bloque de cemento 15x20x40cm
26. Dintel, refuerzo con varilla Φ= 8mm
27. Viga de hormigón armado 15x15cm (F'c=210 kg/cm²) (V1 / 4Φ7mm / E Φ4@15cm)

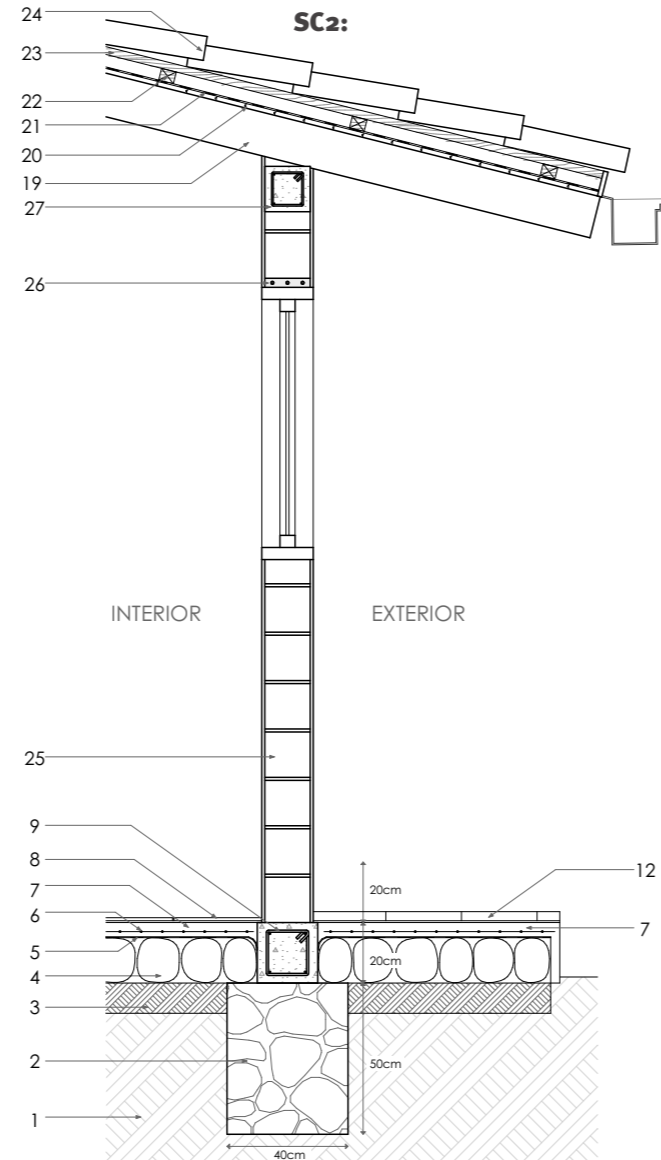


Figura 49: Sección constructiva pared de bloque de hormigón
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

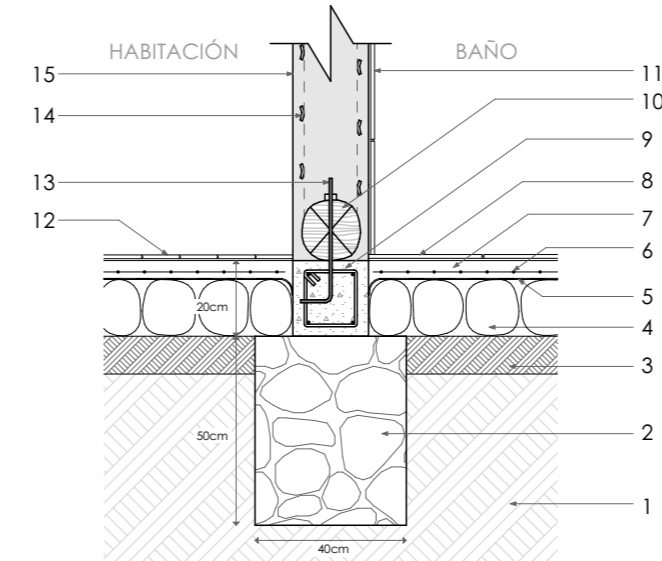


Figura 50: Detalle muro interior de bahareque
Esc. 1:20 / Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

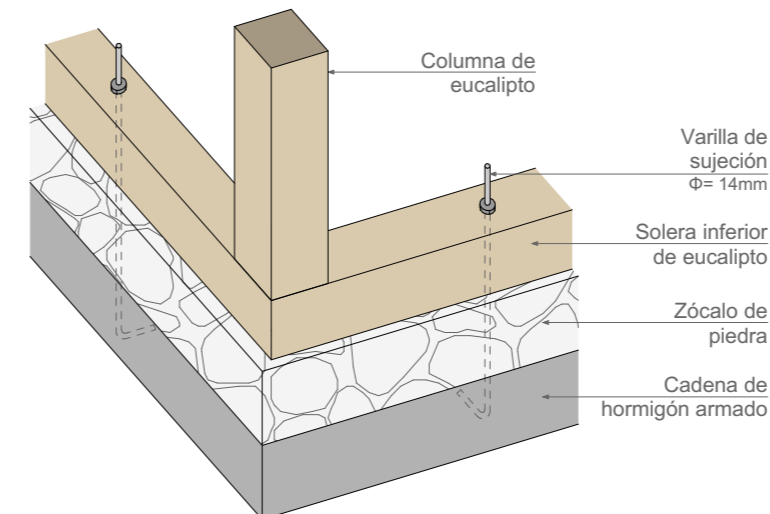


Figura 52: Axonometría fijación de solera inferior y cadena
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

LEYENDA:

1. Suelo natural
2. Cimiento de Hormigón Ciclópeo 40x50cm (60% H°S° F'c=210 kg/cm² + 40% piedra)
3. Suelo compactado h= 10cm
4. Cama de piedra bola h= 15cm
5. Impermeabilizante polietileno e=0.03mm
6. Malla electrosoldada U71
7. Loseta de hormigón e=5cm (F'c=210 kg/cm²)
8. Piso de cerámica 30x30cm
9. Cadena de hormigón armado (Tipo V6 / 4Φ9mm / E Φ 4@15cm)
10. Solera inferior de eucalipto Φ=15-16cm
11. Acabado cerámica 30x30cm
12. Piso Flotante e=7mm
13. Varilla de sujeción Φ=14mm
14. Cañas guadúas divididas
15. Muro de bahareque e=20cm
16. Bloque de Cemento 15x20x40cm

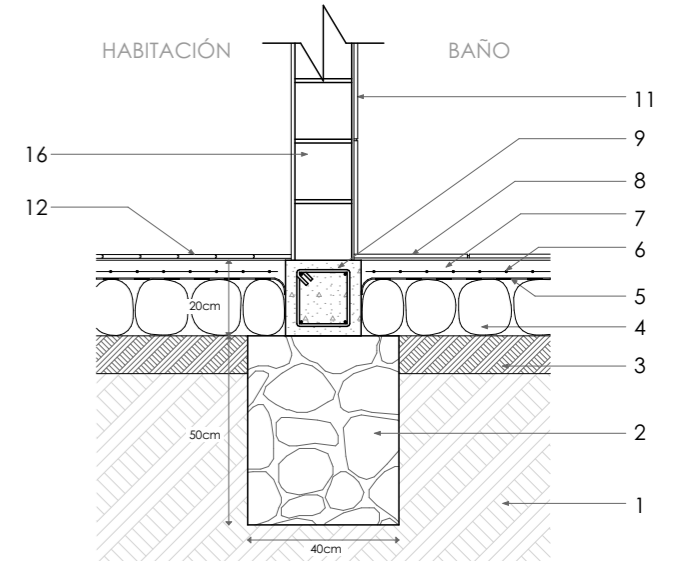


Figura 51: Detalle pared interior de bloque de cemento
Esc. 1:20 / Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

DETALLE DE COLUMNA Y VIGA DE VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA
CONFINADA CON BLOQUE DE HORMIGÓN

Figura 53: Columna y viga tipo de hormigón armado/ Esc. 1:10



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Uniones de madera

“Las uniones estructurales permiten la continuidad constructiva y por lo tanto deben permanecer fijas, manteniendo la forma original del conjunto y transmitiendo los esfuerzos que actúan sobre los elementos que enlazan” (Beltrán et al., 1995)

Para las uniones estructurales de madera en la vivienda de bahareque se utilizarán ensambles a media madera para soleras, articulados con los parantes verticales mediante caja y espiga, reforzados con clavos. Según Beltrán et al. (1995) las uniones reforzadas con clavos tienen la ventaja de permitir flexibilidad y esto hace que se comporte de mejor manera ante un movimiento sísmico.

De igual manera, las uniones para las estructuras de puertas y ventanas se realizarán mediante destajes y reforzados con clavos.

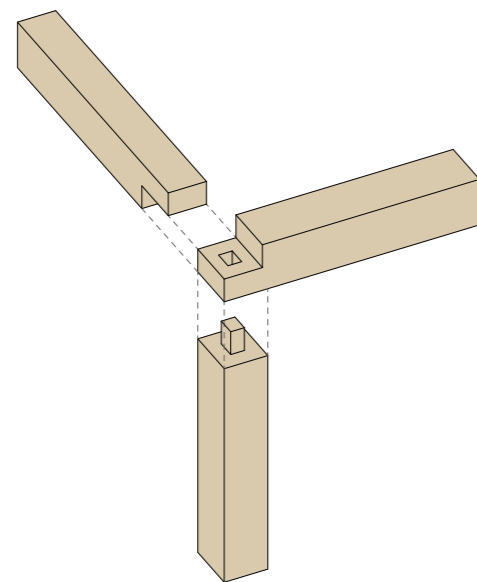


Figura 54: Unión en la esquina (soleras superiores - columna)
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

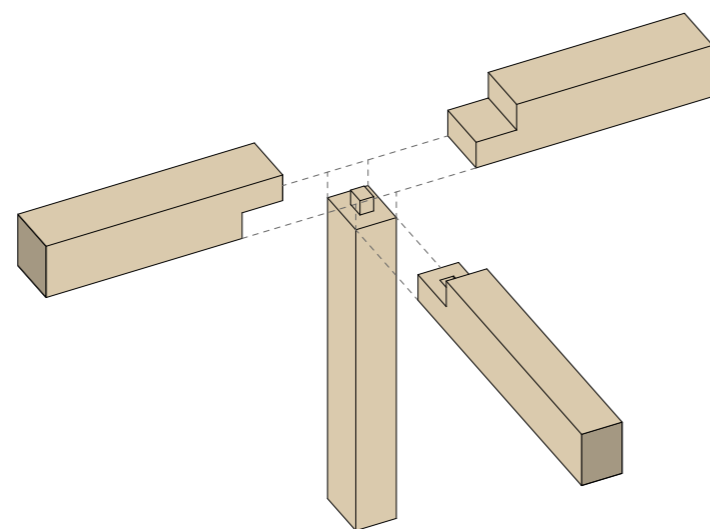


Figura 55: Unión soleras superiores - columna
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

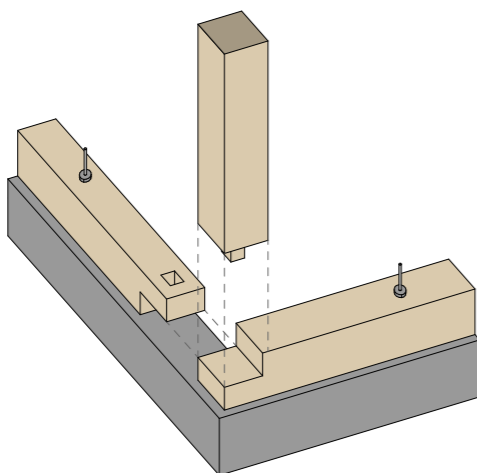


Figura 56: Unión en la esquina (soleras inferiores - columna)
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

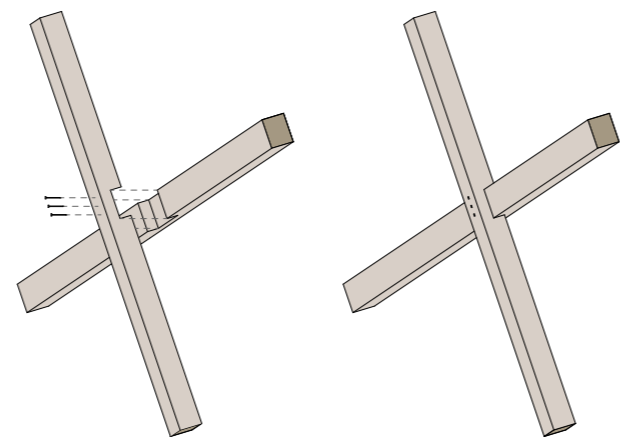


Figura 57: Unión cruz de San Andrés
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Las viviendas de bahareque están compuestas de una estructura de madera que comprende arriostramientos verticales, horizontales y diagonales. Según García et al. (2018) en las viviendas de bahareque en las provincias de Azuay y Cañar se usan componentes de madera que cumplen el principio de continuidad en columnas y vigas, que, sumados los trinquetes o riostras y la cruz de San Andrés, conforman triángulos, que es la figura geométrica menos deformable. A esta estructura se entrelazan varas que generalmente son de carrizo, varejones o caña chancada fijándolos con cabuya, bejuco, alambre o clavos. Este sistema constructivo vernáculo ha demostrado mayor capacidad de resistencia a los movimientos telúricos con el paso del tiempo. Sin embargo, es importante promover actividades de mantenimiento y cuidado de los revoques, ya que el revoque protege los elementos de madera contenidos en el interior del muro.

En este tipo de construcciones se puede armar toda la estructura de madera hasta la cubierta, incluso techándolo para cubrirse de los factores climáticos al momento de embutir los muros con barro. García et al. (2018) hace referencia a un taller conversatorio con maestros artesanos de la construcción tradicional de las provincias del Azuay y Cañar realizado por Julia Tamayo en el año 2017, y mencionan que de acuerdo a los participantes del conversatorio en estas oquedades de la estructura y en la entrada principal, lo utilizaban algunas veces para guardar maíz y joyas, como símbolo de suerte y prosperidad.

Para García et al. (2018) las soleras tanto superiores como inferiores de un muro son componentes de madera dispuestos en forma horizontal, que están articulados con elementos estructurales verticales y cumplen con la función de distribuir las cargas, similar a una cadena de hormigón armado en la construcción moderna.

En las viviendas compuestas de estructuras de hormigón armado y bloque de cemento en sus paredes, se construye con principios similares a la técnica tradicional del bahareque. Existen arriostramientos verticales y horizontales (viga y columna) y en su interior se arma la mampostería de bloque de cemento. Es innegable que los sistemas constructivos contemporáneos como el hormigón se han basado en los criterios básicos de la arquitectura vernácula, siendo una evolución de esta pero con la diferencia que se utilizan materiales industrializados, que consumen mucha energía producirlos y que contribuye al deterioro progresivo de nuestro medioambiente.

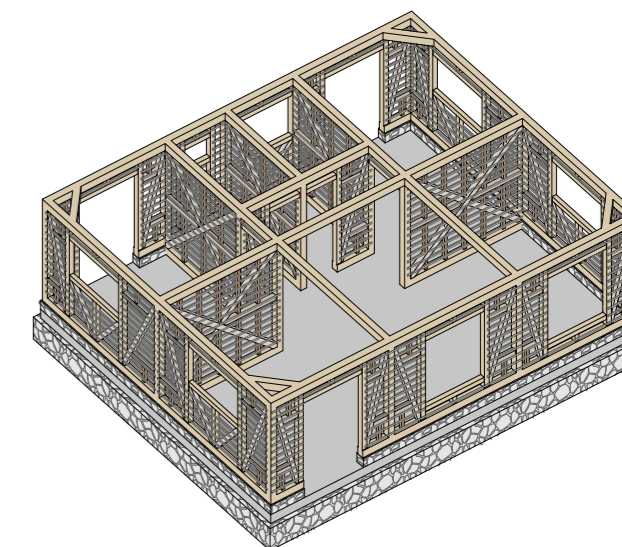


Figura 58: Axonometría de la estructura de la vivienda de bahareque
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

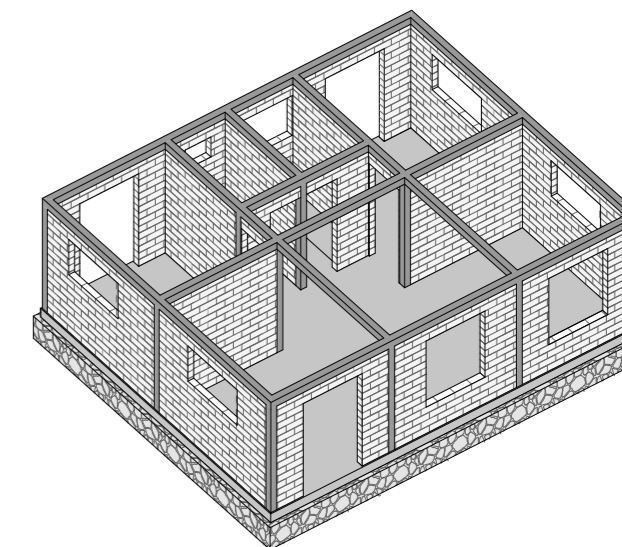


Figura 59: Axonometría de mampostería confinada con bloque de hormigón
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

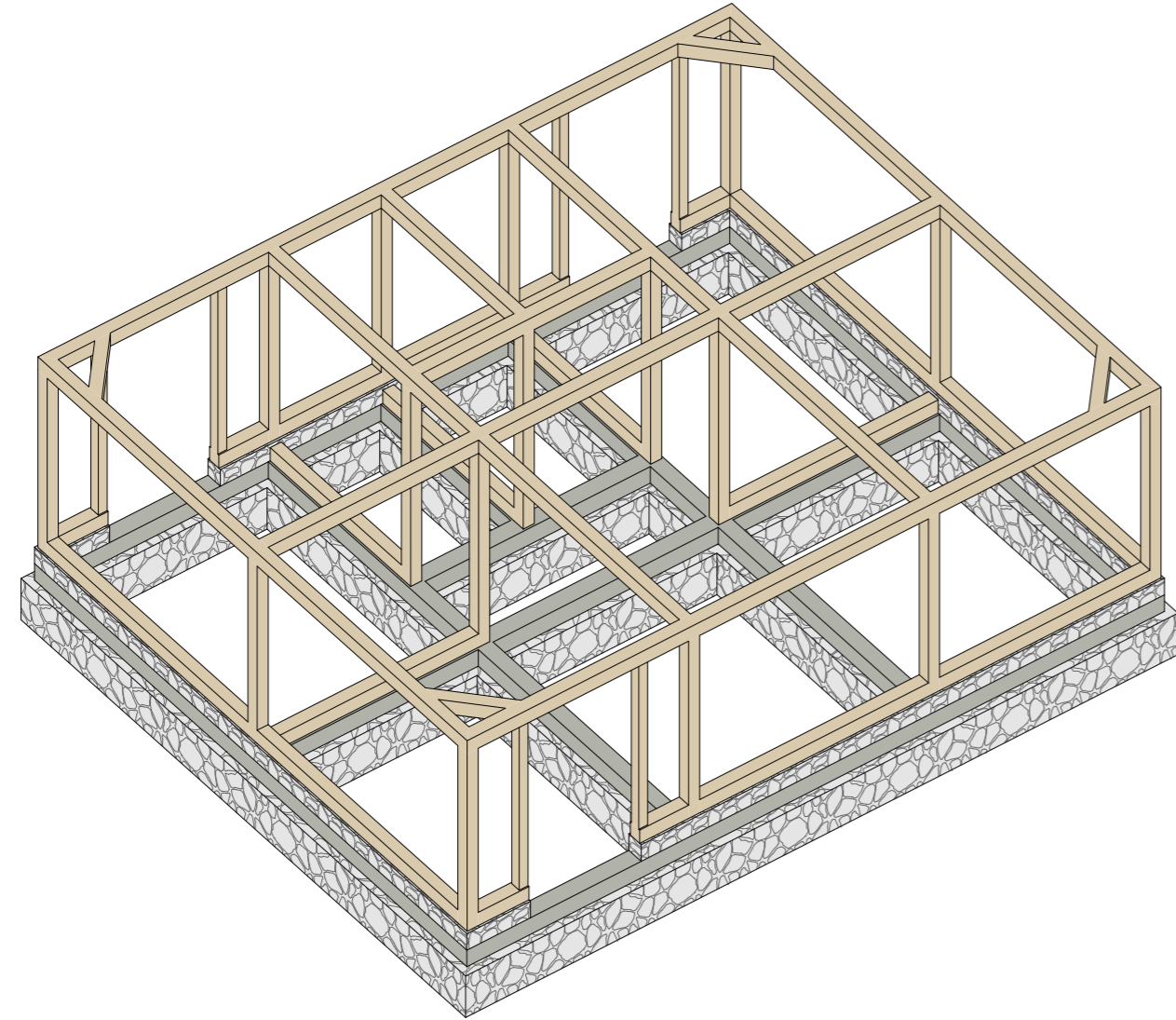


Figura 60: Axonometría de la estructura principal
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

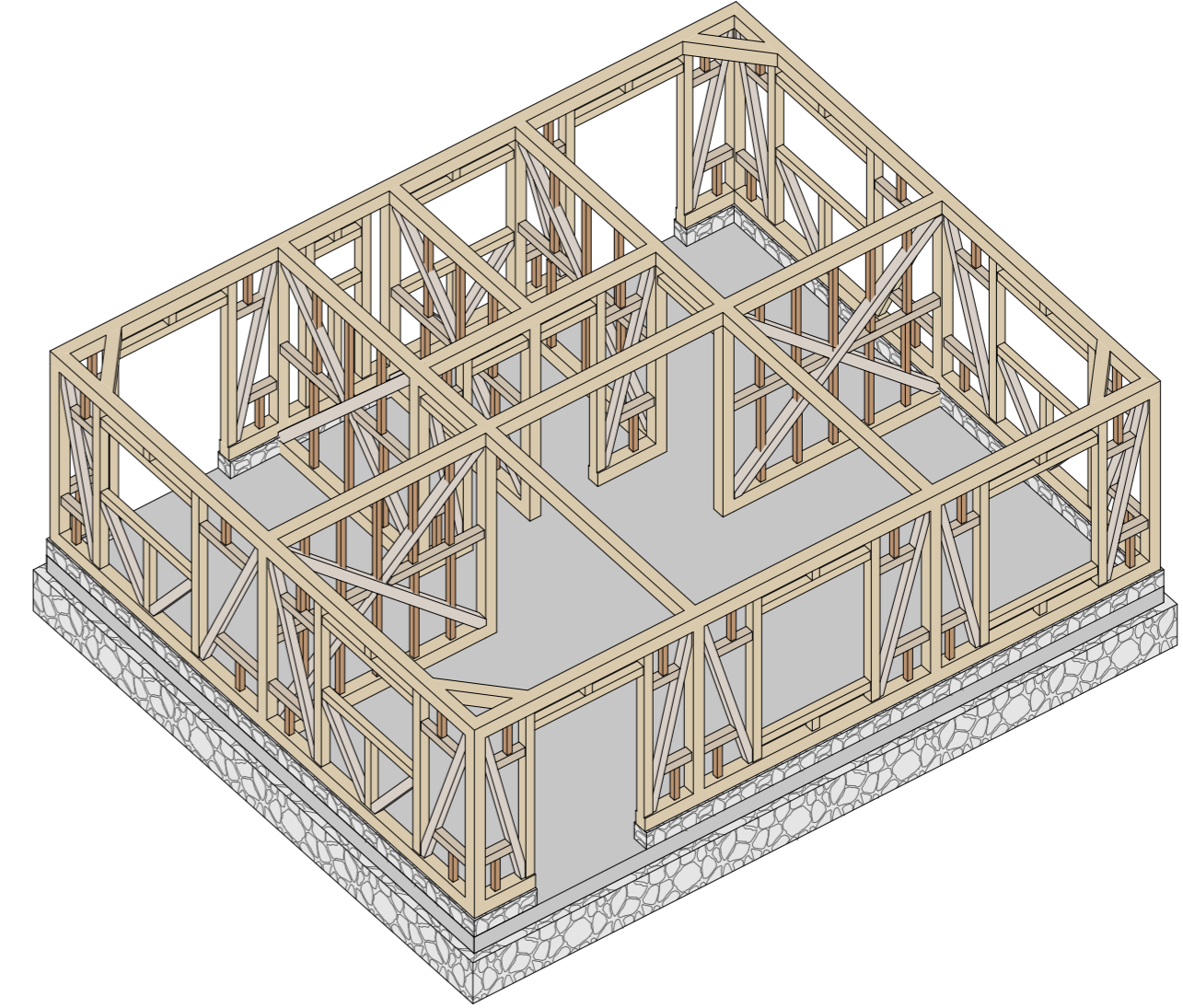


Figura 61: Axonometría de la estructura de los muros (Pies derechos, puertas, ventanas, cruz de San Andrés, trinquetes, medianeras y barras)
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

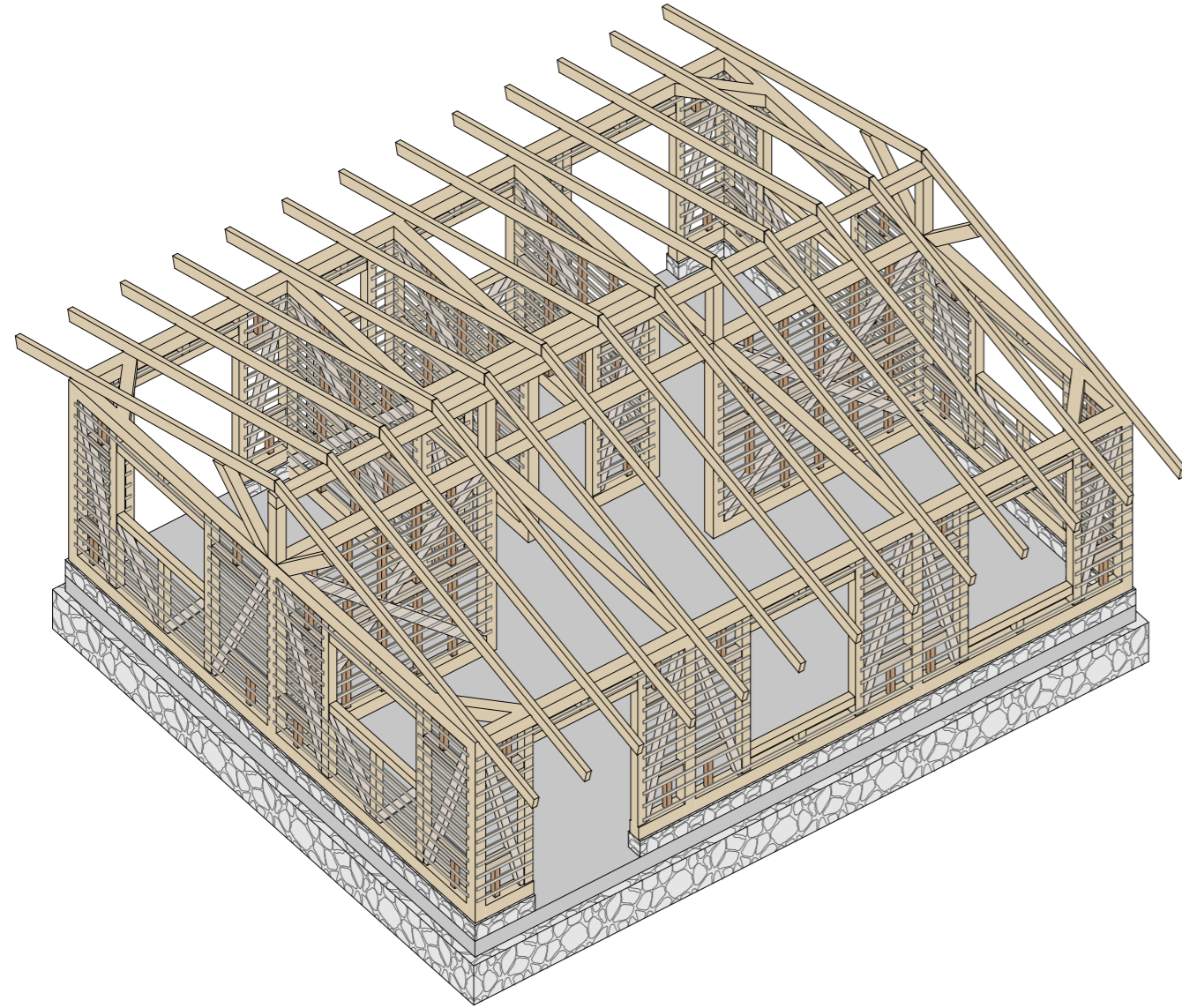


Figura 62: Axonometría de la estructura de la cubierta y de las varas entrelazadas en los muros
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

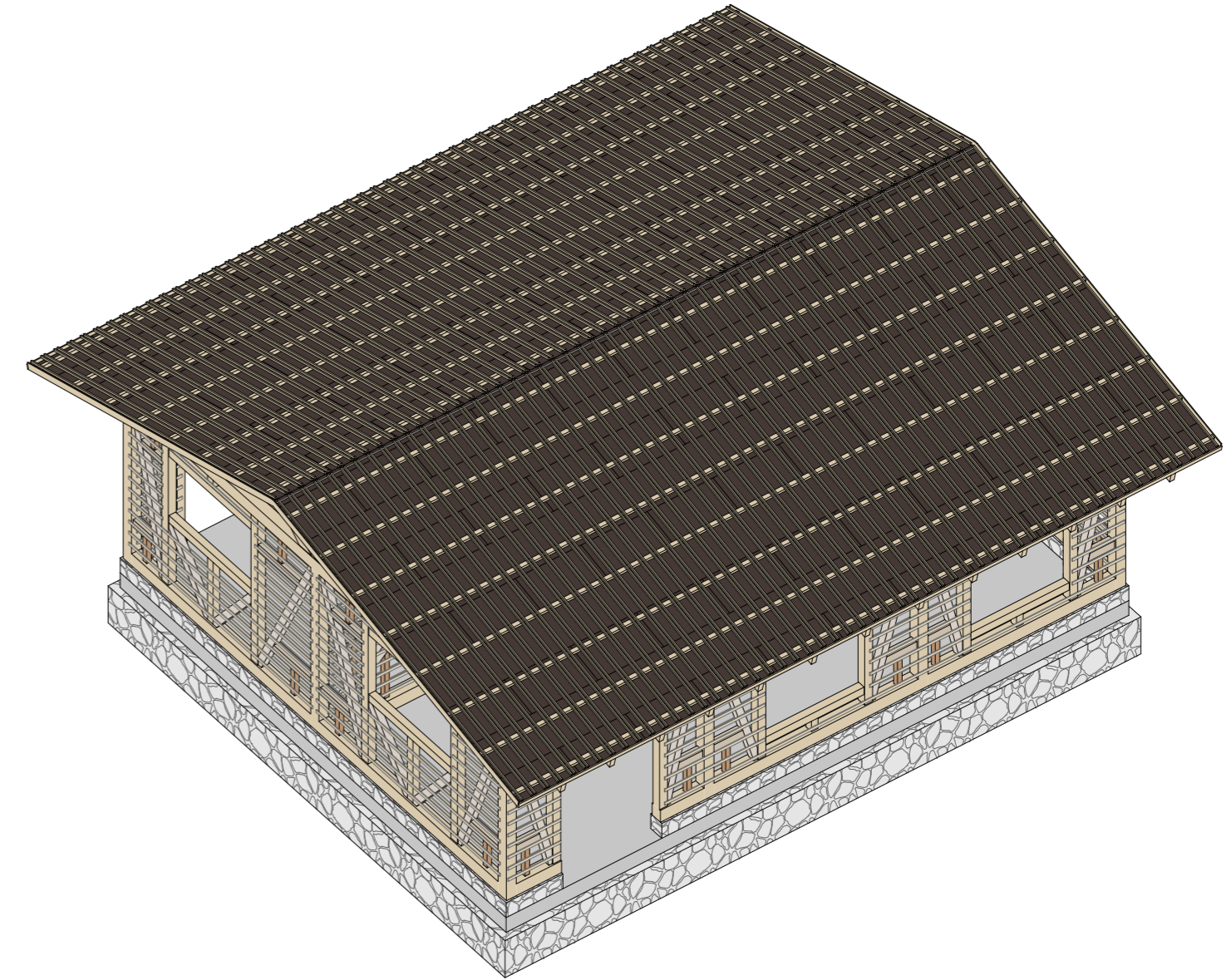


Figura 63: Axonometría de la estructura para el entejado
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.



Figura 64: Render exterior de vivienda de bahareque
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.



Figura 65: Render interior (sala, comedor, cocina)
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

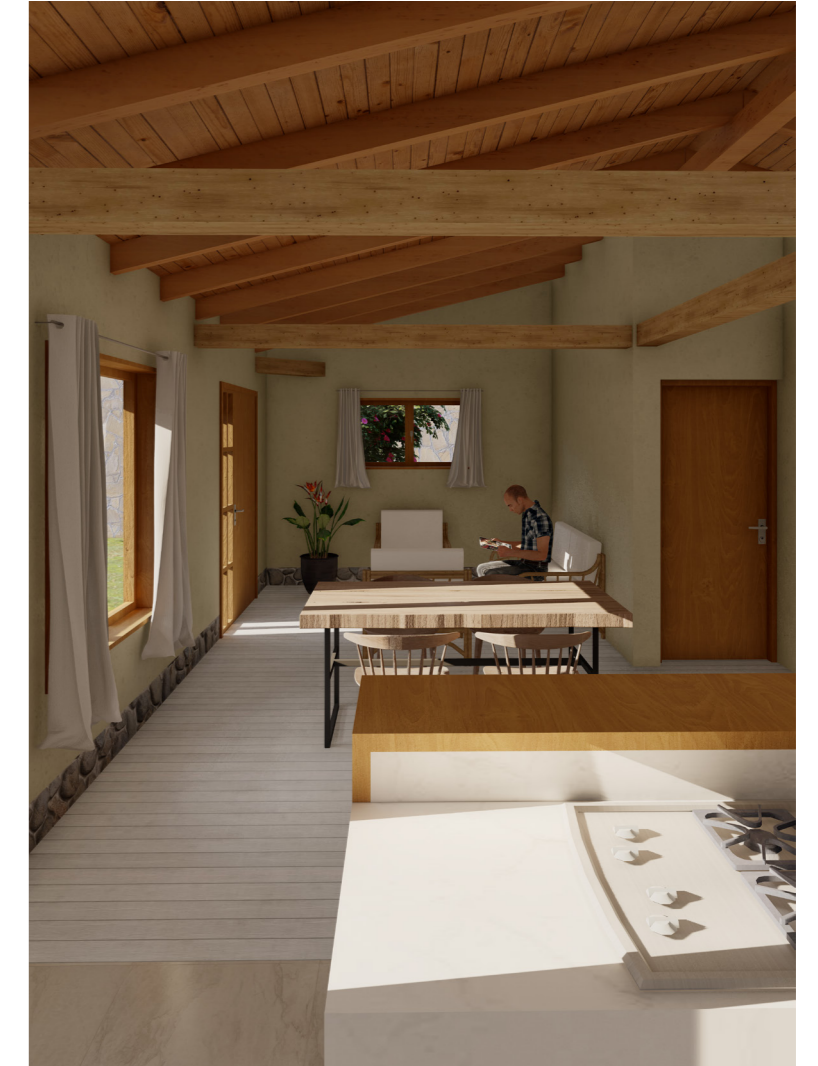


Figura 66: Render interior (sala-comedor-cocina)
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

3.2 Rubros y presupuesto de construcción

A continuación, se presenta el presupuesto referencial de una vivienda mínima emplazada en la ciudad de Cañar. Los muros y su estructura se proyectarán edificarlos con dos sistemas constructivos diferentes: por un lado, la técnica del bahareque y, por otro lado, la mampostería confinada

con bloque de cemento. Se detallarán los rubros de los dos sistemas constructivos con el objetivo de realizar un análisis comparativo, asimismo, en los anexos se mostrarán los análisis de precios unitarios (APUs) de cada sistema constructivo.

Tabla 5: Rubros comunes de Obras preliminares, Cimiento, Cadena y Contrapiso.

RUBROS COMUNES DE LA VIVIENDA PARA LOS DOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
01.00	OBRAS PRELIMINARES				\$319,11
01.01	Limpieza y desbroce	m2	81,27	1,02	82,90
01.02	Replanteo y Trazado	m2	81,27	1,55	125,97
01.03	Excavación de Cimientos	m3	13,85	7,96	110,25
02.00	CIMIENTO, CADENA Y CONTRAPISO				\$3.176,91
02.01	Cimiento de hormigón ciclópeo 40x50cm (60% H°S° f'c=210 kg/cm² + 40% piedra) Incluye encofrado	m3	11,54	101,34	1.169,46
02.02	Sum. + Instal. cadena electrosoldada V6 (4Φ9mm / E Φ 4@15cm)	ml	61,00	6,07	370,27
02.03	Hormigón Simple f'c=210 kg/cm² (en concretera) para cadenas de cimentación 20x20cm. Incluye encofrado	m3	2,44	147,30	359,41
02.04	Varilla de fijación ø=14mm (unión solera inferior - cadena)	ml	33,00	1,60	52,80
02.05	Relleno compactado con suelo natural e= 10cm	m3	6,15	7,14	43,91
02.06	Cama de piedra bola d= 15cm	m3	8,15	7,86	64,06
02.07	Impermeabilizante, lámina de polietileno negro (provision y montaje)	m2	81,00	1,14	92,34
02.08	Sum. + Instal. Malla Electro soldada de 5 mm cada 10cm (Malla R-196)	m2	81,00	6,15	498,15
02.09	Loseta de hormigón F'c=210 kg/cm2 e=5cm. Incluye encofrado	m2	81,00	6,50	526,50

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 6: Rubros del Muro de bahareque.

RUBROS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL DE BAHAREQUE					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
03.00	MURO DE BAHAREQUE				\$8.268,65
03.01	Zócalo de piedra bola h=20cm (Hormigón ciclópeo: 40% piedra bola, F'c=180kg/cm2, incluye encofrado)	m3	1,11	131,10	145,52
03.02	Soleras superiores e inferiores de eucalipto ø= 16-15 cm (provisión y montaje)	ml	107,00	9,03	966,21
03.03	Columnas de madera de eucalipto ø= 16-15 cm (provision y montaje)	ml	45,00	8,79	395,55
03.04	Pie derechos. Pingos de eucalipto ø= 12 cm (provision y montaje)	ml	36,00	6,19	222,84
03.05	Cruz de San Andrés. Pingos de eucalipto ø=12cm (provision y montaje)	ml	33,00	6,54	215,95
03.06	Estructuras de puertas y ventanas, trinquetes y medianeras. Pingos de eucalipto ø=10 cm (provision y montaje)	ml	125,00	4,94	617,50
03.07	Barras. Pingos de eucalipto ø=7cm (provision y montaje)	ml	80,00	3,55	284,00
03.08	Caña preservada, <i>Guadua angustifolia Kunth</i> , fijación de latillas (provision y montaje)	u	40,00	14,97	598,80
03.09	Embutido de barro en muro de 16cm de espesor (con paja)	m2	109,00	10,97	1.195,73
03.10	Revoque de muros (incluido los filos)	m2	218,00	8,50	1.853,00
03.11	Empañete de muros	m2	206,00	3,80	782,80
03.12	Lechada de cal. Fondo para muros	m2	206,00	1,36	279,95
03.13	Pintura exterior e interior a base de agua (Koraza sol y lluvia/anti hongos)	m2	206,00	3,45	710,70

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 7: Rubros de la mampostería confinada con bloque de hormigón

RUBROS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL DE MAMPOSTERÍA CONFINADA CON BLOQUE DE HORMIGÓN					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
03.00	MAMPOSTERÍA CONFINADA CON BLOQUE DE HORMIGÓN				\$6.957,19
03.01	Sum. + Instal. Columnas electrosoldadas V1 (4Φ7mm / E Φ 4@15cm)	ml	40,00	4,79	191,72
03.02	Hormigón Simple f'c=210 kg/cm² (en concretera) para columnas 15x15cm. Incluye encofrado de madera	m3	0,95	252,99	240,34
03.03	Sum. + Instal. Vigas electrosoldadas V1 (4Φ7mm / E Φ 4@15cm)	ml	61,00	4,79	292,37
03.04	Hormigón Simple f'c=210 kg/cm² (en concretera) para vigas 15x15cm. Incluye encofrado de madera	m3	1,37	188,70	258,52
03.05	Mampostería de bloque de hormigón de 15 cm de espesor, mortero 1:3	m2	115,00	20,34	2.339,10
03.06	Dinteles en puertas y ventanas	ml	19,00	13,45	255,55
03.07	Enlucido recto manual con mortero 1:3, e=1.5 cm, (Interior-Exterior)	m2	230,00	7,80	1.794,69
03.08	Enlucido de fillos con mortero 1:3	ml	91,50	3,04	278,16
03.09	Empastado interior de paredes enlucidas	m2	146,00	2,96	432,16
03.10	Empastado exterior de paredes enlucidas	m2	68,00	4,27	290,36
03.11	Pintura interior y exterior, acabado mate	m2	214,00	2,73	584,22

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 8: Rubros comunes de Cubierta inclinada a dos aguas, Instalaciones sanitarias, Instalaciones de agua potable e Intsalaciones eléctricas.

RUBROS COMUNES DE LA VIVIENDA PARA LOS DOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
04.00	CUBIERTA INCLINADA A DOS AGUAS				\$6.876,61
04.01	Viga cumbrera de pino 14x14cm (unión de dos vigas 7x14cm) (provision y montaje)	ml	21,20	8,00	169,60
04.02	Tirantes de pino 7x14cm. Incluye 2 cerchas (provision y montaje)	ml	119,00	8,00	952,00
04.03	Entablonado o machimbre de madera de laurel e=2cm (provision y montaje)	m2	95,80	37,00	3.544,60
04.04	Impermeabilizante, lámina de polietileno negro (provision y montaje)	m2	95,80	1,14	109,21
04.05	Tiras de eucalipto 4x5cm (provision y montaje)	u	49,00	1,50	73,50
04.06	Tirillas de Eucalipto 2x2,5cm (provision y montaje)	u	300,00	0,85	255,00
04.07	Instalación de teja artesanal 41x20 (provision y montaje)	m2	95,80	14,90	1.427,42
04.08	Canalón de zinc trapezoidal pintado	ml	21,30	16,21	345,27
05.00	INSTALACIONES SANITARIAS				\$206,38
05.01	Punto de desagüe aguas servidas 110mm	pto	1,00	11,50	11,50
05.02	Punto de desagüe Aguas lluvias 75mm	pto	2,00	9,44	18,88
05.03	Punto de desagüe 50mm	pto	4,00	6,66	26,64
05.04	Sum+Inst Tubería agua servida PVC 6"	ml	6,14	12,02	73,80
05.05	Pozo de revisión de 45x45x45cm. Incluye tapa	u	1,00	75,56	75,56
06.00	INTALACIONES DE AGUA POTABLE				\$823,83
06.01	Calefón a gas 16 litros instalado	u	1,00	561,76	561,76
06.02	Llave de paso 1/2"	u	1,00	25,62	25,62
06.03	Punto de agua caliente PVC 1/2" Roscable Inc. Accesorios	pto	3,00	24,72	74,16
06.04	Punto de agua fría PVC 1/2" Roscable Inc. Accesorios	pto	5,00	26,20	131,00
06.05	Válvula Check 1/2" Tipo RW	u	1,00	31,29	31,29
07.00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				\$1.283,99
07.01	Acometida cobre 3X8(8)+8AWG	ml	4,00	6,85	27,40
07.02	Tablero de distribución 3F 12 Circuitos (incluye breakers)	u	1,00	397,91	397,91
07.03	Punto de iluminación. Conductor N° 12, Sin aplique (no incluye luminaria)	pto	8,00	24,28	194,24
07.04	Punto interruptor doble (Aplique)	pto	2,00	13,72	27,44
07.06	Punto de interruptor simple	pto	6,00	28,52	171,12
07.05	Punto de tomacorriente doble 110 V, Tubo Conduit Emt. 1/2"	pto	13,00	32,86	427,18
07.07	Punto de Tomacorriente 220v	pto	1,00	38,70	38,70

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 9: Rubros comunes de Recubrimientos, Carpintería y Piezas sanitarias.

RUBROS COMUNES DE LA VIVIENDA PARA LOS DOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
08.00	RECUBRIMIENTOS				\$1.810,41
08.01	Piso Flotante AC4 (piso \$23)	m2	41,48	25,37	1.052,35
08.02	Cerámica de piso (cerámica \$10)	m2	16,01	19,67	314,92
08.03	Piso de tejuelo hexagonal alargado artesanal 25x25	m2	15,12	12,00	181,44
08.04	Cerámica de pared (cerámica \$10)	m2	12,81	20,43	261,71
09.00	CARPINTERÍA				\$3.454,79
09.01	Ventanas de madera y vidrio de 4mm en comedor-cocina (150x150cm) (2)	m2	4,50	80,00	360,00
09.02	Ventana de madera y vidrio de 4mm en sala-cocina- habitaciones(80x150cm) (4)	m2	4,80	80,00	384,00
09.03	Ventana de madera y vidrio de 4mm en baño social (45x65cm)	m2	0,29	80,00	23,20
09.04	Ventana de madera y vidrio de 4mm en lavandería (90x153cm)	m2	1,44	80,00	115,20
09.05	Puerta tamborada de madera para habitaciones (90x210cm)	u	2,00	165,00	330,00
09.06	Puerta tamborada de madera para baño y lavadería (75 x 210cm)	u	2,00	160,00	320,00
09.07	Puerta de ingreso principal de madera y vidrio (150x210cm)	u	1,00	170,00	170,00
09.08	Puerta de madera y vidrio corrediza de habitaciones (150x210cm)	u	2,00	180,00	360,00
09.09	Mueble bajo cocina MDP no incluye mesón	ml	4,40	112,79	496,28
09.10	Mesón de granito instalado sobre mueble de cocina (granito \$150 c/m)	ml	4,40	175,00	770,00
09.11	Rastrera de madera e=15mm x 7cm	ml	17,30	7,29	126,12
10.00	PIEZAS SANITARIAS				\$519,90
10.01	Sum+Inst. de Inodoro	u	1,00	93,83	93,83
10.02	Sum+Inst. de lavamanos de pared (con mezcladora)	u	1,00	77,63	77,63
10.03	Sum+Inst. de ducha con mezcladora	u	1,00	65,00	65,00
10.04	Sum+Inst. de fregadero de acero inoxidable pozo doble	u	1,00	191,18	191,18
10.05	Sum+Inst. de mezcladora monomando para fregadero de cocina	u	1,00	92,26	92,26

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

El presupuesto referencial total de la vivienda mínima con muros de bahareque cuesta \$ **26.740,49**. Por el contrario, la vivienda con mampostería confinada con bloque de cemento vale **\$25.429,12** (Tabla 10). La diferencia del costo entre estos dos sistemas constructivos es de (\$1.311,37). Esta diferencia representa el 5,16% con respecto al costo total de la vivienda de mampostería confinada con bloque de hormigón. Por lo general, el margen de error en la estimación de costos de construcción de una vivienda es $\pm 5\%$, por lo cual, se deduce que el presupuesto de la vivienda mínima usando la técnica tradicional del bahareque es un poco más costosa que la misma vivienda proyectada con mampostería confinada con bloque de hormigón ya que supera el margen de error.

Tabla 10: Comparación de presupuestos

PRESUPUESTO DE VIVIENDA MÍNIMA			
RUBROS	ACTIVIDADES PRINCIPALES	SISTEMA CONSTRUCTIVO DE BAHAREQUE	SISTEMA CONSTRUCTIVO DE HORMIGÓN
01.00	Obras preliminares	\$319,11	\$319,11
02.00	Cimiento, cadena y contrapiso	\$3.176,91	\$3.176,91
03.00	Estructura y muros	\$8.268,56	\$6.957,19
04.00	Cubierta inclinada a dos aguas	\$6.876,61	\$6.876,61
05.00	Instalaciones sanitarias	\$206,38	\$206,38
06.00	Instalaciones de agua potable	\$823,83	\$823,83
07.00	Instalaciones eléctricas	\$1.283,99	\$1.283,99
08.00	Recubrimientos	\$1.810,41	\$1.810,41
09.00	Carpintería	\$3.454,79	\$3.454,79
10.00	Piezas sanitarias	\$519,90	\$519,90
PRESUPUESTO TOTAL		\$26.740,49	\$25.429,12

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

3.3 Costos de mantenimiento y vida útil de una vivienda de bahareque

El mantenimiento de una vivienda de bahareque es primordial para garantizar su resistencia al paso del tiempo y su uso a largo plazo. Las construcciones en tierra son propensas a presentar una serie de patologías que perjudican a la vivienda, por esta razón se debe dar un mantenimiento periódico con el fin de que no se profundicen los problemas ya que, si no se actúa a tiempo, estas patologías alterarán la vida útil de las edificaciones.

La conservación de edificaciones vernáculas o tradicionales es importante porque éstas representan la historia y la cultura de una región o comunidad y su preservación promueve la continuidad de las prácticas constructivas tradicionales, transmitiendo el conocimiento arquitectónico y constructivo a las generaciones futuras. Las edificaciones vernáculas han evolucionado a lo largo del tiempo para adaptarse a las condiciones climáticas y culturales locales y la preservación de estas edificaciones implica adaptarse a los cambios contemporáneos, pero sin perder su autenticidad. El mantenimiento de construcciones tradicionales no solo conlleva una simple conservación de estructuras físicas, más bien contribuye a la preservación de la identidad cultural y fomenta las prácticas constructivas sostenibles que pueden ser una solución arquitectónica a los problemas actuales del medioambiente.

Del mismo modo, el mantenimiento de las edificaciones patrimoniales de alto valor cultural, histórico y arquitectónico es crucial para el desarrollo de un determinado lugar, debido a que contribuye a la conservación y preservación de la herencia cultural y arquitectónica de una sociedad y estas edificaciones son las conexiones tangibles con épocas pasadas. Además, las edificaciones patrimoniales que están bien conservadas frecuentemente son atracciones turísticas que impulsan la economía local, generando empleo y promoviendo el desarrollo sostenible, ya que las edificaciones patrimoniales están construidas con técnicas y materiales locales que en la actualidad se consideran sistemas constructivos sostenibles. La preservación de edificaciones patrimoniales también ayuda a mantener la diversidad arquitectónica en un paisaje urbano o rural, evitando la homogeneización de las edificaciones construidas y contribuye a mantener la riqueza visual y estética.

El mantenimiento de una edificación de bahareque es muy distinto al mantenimiento de una vivienda de bloque de cemento y hormigón armado, por lo cual necesitan diferentes procesos de reparación. El uso excesivo de materiales industriales en la actualidad, como el bloque de cemento, ha ocasionado el desinterés de seguir construyendo con técnicas tradicionales y, por ende, la pérdida de conocimientos con respecto al buen mantenimiento de viviendas de tierra. A causa de la carente información sobre el mantenimiento de viviendas de tierra, se intervienen de maneras inapropiadas, modificando muchas veces los elementos del sistema tradicional convirtiéndose en factores de riesgo. Ante esta problemática es necesario brindar información a propietarios o cualquier persona para que participe en el mantenimiento preventivo y la reparación de bienes existentes y futuros, arreglando problemas menores y extendiendo la vida útil de la vivienda (Abril & Mendieta, 2023).

Para los costos de mantenimiento y vida útil de viviendas que se han construido con sistemas constructivos tradicionales, nos basaremos en el documento realizado por Astudillo et al. (2017), titulado *Cartillas para el mantenimiento de edificios de valor patrimonial. “Hágalo usted mismo”* (Figura 67). Estas cartillas están destinadas a los propietarios de viviendas patrimoniales, fomentando buenas prácticas de mantenimiento con el método de “hágalo usted mismo” y con la premisa de “es mejor prevenir que curar”.

Las cartillas brindan información sobre el mantenimiento periódico que debe tener una vivienda patrimonial para alargar su vida útil, aplicando procesos poco complejos que lo podría realizar el mismo propietario, reduciendo el costo de mano de obra. Sin embargo, Astudillo et al. (2017) recomienda contratar a un técnico y/o mano de obra especializada cuando no pueda ser reparado por el propietario, con la finalidad de proteger su inversión y evitar volver a reparar a corto plazo o incluso profundizar los problemas.

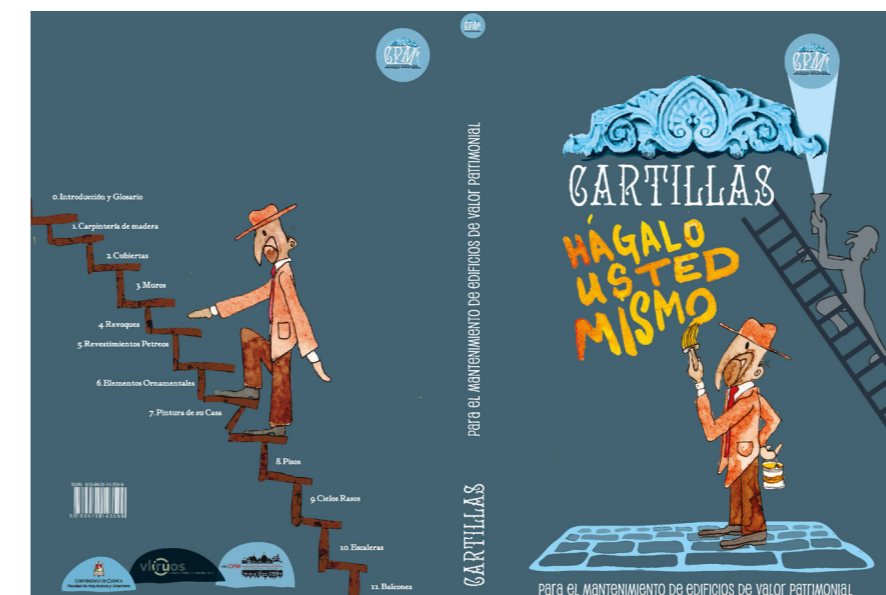
Según Astudillo et al. (2017) la falta de mantenimiento:

Incide en el deterioro de las edificaciones patrimoniales y acelera su destrucción, con la consecuente pérdida de sus cualidades y de su integridad. En la práctica, este deterioro produce afectaciones que exige por lo general inversiones económicas fuertes y proce-

dos técnicos complejos, que muchas veces son imposibles de asumir por parte de los propietarios (p. 4).

A continuación, se determinará aspectos a considerar para la estimación de costos de mantenimiento y vida útil de una vivienda edificada con sistemas constructivos tradicionales, buscando conocer estrategias de optimización de costos ya que se presentarán procesos de mantenimientos sencillos que lo podrán hacer los mismos propietarios. Para esto, se investigó los precios en el mercado relacionados al mantenimiento en la ciudad de Cañar. El documento *Cartillas para el mantenimiento de edificios de valor patrimonial. “Hágalo usted mismo”*, servirá como base para esta investigación y contempla 11 elementos de una vivienda patrimonial:

Figura 67: Portada del documento “Cartillas para el mantenimiento de edificios de valor patrimonial. “Hágalo usted mismo”



Fuente: Proyecto vIir CPM (Ciudad Patrimonio Mundial)

I. Carpintería

Si en la madera de su carpintería se visualiza los primeros efectos de resecaamiento, es decir, la pérdida de color en la parte superficial, se recomienda realizar una buena limpieza lijando la madera para desprender las partes sueltas y posteriormente aplicar pinturas o barnices, ya que estos productos mejorarán considerablemente la protección de la pieza.

Para tratar de una manera eficaz las superficies de madera, es necesario limpiar la zona quitando los restos de pintura envejecida y mediante un lijado fino completar la limpieza, para luego aplicar una capa de sellante y después proceder al pintado, si es que éste es el acabado que desea.

Las pinturas o barnices aumentan la resistencia de la superficie de la madera, ya que lo protege del desgaste ocasionado por la acción del sol y la lluvia. Se debe tener presente que al momento de pintar o barnizar, el elemento de madera debe estar seca, de esta manera se evitará que se formen burbujas o ampollas, desprendimientos y agrietamientos.

Tabla 11: Costo de mantenimiento de Carpintería.

01.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
01.01	Lijas medias de 150 a 180 grano	u	\$0,40 - \$0,60
01.02	Pintura esmalte	gln	\$24,00
01.03	Barniz (Durabarniz)	Lt	\$4,50
01.04	Sellador (Sellador unidas)	gln	\$21,00

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

II. Cubiertas

Es fundamental mantener la cubierta en buen estado para asegurar la integridad de la vivienda, debido a que se pueden generar filtraciones de agua que causan daños estructurales si no se abordan adecuadamente y deterioran distintos elementos que componen la vivienda. Si en la cubierta existe filtraciones de agua, probablemente sean las tejas que se han movido o roto, por lo que es necesario chequear cuidadosamente su colocación y estado.

En las cubiertas inclinadas los canales comúnmente están sujetas a recibir tierra, hojas, ramas, etc. Si no se limpia periódicamente los canales, se pueden obstruir y el agua empezará a salir por lugares no previstos, agrediendo paredes o estucos y produciendo filtraciones.

Otro problema en las cubiertas es que en las teja o canales crece vegetación invasiva que deteriora la cubierta, para su limpieza y prevención se recomienda utilizar detergentes o químicos apropiados y aplicarlos en la superficie de la cubierta para evitar el crecimiento de la vegetación.

Tabla 12: Costo de mantenimiento de Cubierta.

02.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
02.01	Herbicida a base de glifosato (No selectivo, se usa para eliminar a la mayoría de las plantas o "malas yerbas")	lt	\$7,50

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

III. Muros de tierra

Cuando existe humedad en los muros hay que averiguar su origen, puede ser agua empozada en canales, cañerías rotas o agua filtrada de los cimientos, etc. La instalación de las cañerías debe ser adecuada para que no dañen los muros y más aún si estos contienen elementos ornamentales.

Si los muros tienen recubrimientos de barro o cal, es recomendable usar pinturas del mismo material (pinturas de tierra o cal). No es aconsejable usar pinturas sintéticas, látex y otras existentes en el mercado porque estas pinturas no permiten que los materiales se ventilen apropiadamente.

Si existe faltante de revoque en el muro, es necesario lavar el área perjudicada del muro con agua, jabón neutro, una esponja y limpiar con un cepillo suave para eliminar la grasa y suciedad para que la nueva capa de revoque tenga una mejor adherencia.

Para arreglar trizaduras o desprendimientos de morteros, es necesario la reparación con el mismo material del revoque, para prevenir fisuras causadas por la incompatibilidad de materiales. Previo a la colocación del revoque, se debe mojar ligeramente la superficie del muro que se va a reparar.

Tabla 13: Costo de mantenimiento de Muros de tierra.

03.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
03.01	Jabón neutro	u	\$3,50
03.02	Esponja	u	\$0,50
03.03	Cepillo de cerdas suaves	u	\$1,00

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

IV. Revoques

Antes de efectuar cualquier acción reparadora en los revoques hay que hallar y eliminar las causas de la humedad.

Si el muro posee una pérdida completa del revestimiento, se recomienda limpiar todo el material suelto, para proceder a rellenar las juntas vacías con barro y cascote (pedazos pequeños de teja o ladrillo). Después de rellenar, podrá reponerse el mortero de tierra, aplicando un revoque y empañete.

Para reponer un revestimiento de tierra se deberá realizar con el mismo material, no es recomendable colocar revoques de cemento porque son materiales incompatibles, que, con el paso del tiempo se producirán desprendimientos.

El material flojo que es causado por las fisuras o grietas deberá retirarse con cuidado para no aflojar el material firme, después se limpiará la zona con brocha o soplete de aire y se realizará un lavado con agua limpia para proceder a rellenar la grieta con mortero de tierra.

Tabla 14: Costo de mantenimiento de Revoques.

04.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
04.01	Soplete de aire (Ingco)	u	\$28,00
04.02	Brocha 3"	u	\$2,00
04.03	Mortero de tierra (revoque)	m2	\$8,50
04.04	Empañete preparado	gln	\$4,50

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

V. Revestimientos pétreos

Los elementos de fachadas como los revestimientos pétreos están expuestos permanentemente a atmósferas urbanas agresivas que tienen alto nivel de contaminación (lluvia, aves, estiércol, smog, etc.). Para realizar la limpieza de estos revestimientos, es aconsejable efectuar un hidrolavado, que trata de un sistema de limpieza de superficies con máquinas de agua a presión reguladas que dependen de la suciedad o tipo de superficie. El hidrolavado preferentemente lo debe hacer un equipo especializado. Antes de efectuar el hidrolavado, se deberá sellar las juntas del revestimiento pétreo con el propósito de evitar el ingreso de agua por detrás de las piezas.

Si existe pintura o grafitis en los revestimientos de piedra se puede realizar la limpieza por medio de:

- Sistemas mecánicos: hidrolavado y/o un martelinado fino teniendo precaución de no deformar el revestimiento o que pierda su color y/o textura.
- Sistemas químicos: el removedor químico más conocido, rápido y fuerte es el disolvente, que limpia pinturas esmalte y lacas. Su uso se aconseja para para pequeñas zonas afectadas.

Una vez limpios los revestimientos pétreos, se protege con ceras microcristalinas o productos antigrafitis que se pueden encontrar en el mercado, que producen una película de protección del material y facilita la limpieza de agresiones futuras.

Para el sellado, también se podrá utilizar un protector que resulte estable a la intemperie y se aplica únicamente en las juntas del material pétreo para evitar la filtración de agua.

Tabla 15: Costo de mantenimiento de Revestimientos pétreos.

05.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
05.01	Hidrolavadora K1 basic (Karcher)	u	\$81,91
05.02	Disolvente	lt	\$1,80

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 16: Costo de mantenimiento de Revestimientos pétreos.

05.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
05.03	Ceras microcristalinas (Muratek: revestimiento acrílico piedras ladrillos)	lt	\$7,50
05.04	Sellador para superficies de concreto, vinil, piedra decorativa, granito lavado (Adisello Brillante)	lt	\$13,25

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

VI. Elementos ornamentales

Elementos ornamentales faltantes

- Si en su vivienda faltan elementos ornamentales completos, se procederá a elegir una pieza completa existente para que sea tomada como modelo para la confección de los moldes correspondiente. De esta manera, se elaborarán las piezas de reposición.

Secciones de elementos ornamentales faltantes

- Si existe secciones de elementos faltantes, se reconstruirán siguiendo las mismas instrucciones para completar los elementos faltantes.

- La fijación de las partes a la pieza original se realizará con un adhesivo epóxico. Si el peso de las piezas es un factor en contra, se puede utilizar insertos metálicos, siempre se recomienda usar elementos de bronce o hierro protegidos con pintura antioxidante para prevenir corrosión y desgaste.

Consolidación de fisuras, grietas y desprendimientos

- Si se observa microfisuras superficiales, es necesario la aplicación de un hidropelente, que es un producto de venta en el mercado que se aplica en fachadas expuestas a la intemperie que impermeabiliza y resiste al agua, pero es permeable al vapor, permitiendo que el elemento en el que se aplique transpire sin problema y esto será suficiente para sellar las aberturas que producen las filtraciones de agua.

Hierros a la vista

- La limpieza de una armadura se hará quitando con cuidado las escamas de óxido, utilizando espátulas o lijas adecuadas. Cuando esté libre de óxido se aplicará pintura anticorrosiva. Finalmente, se escogerá el material de reposición que se usará para el tratamiento de las partes faltantes de los elementos contenidos.
- Se realizará la limpieza de la armadura con un cepillo de cerda gruesa para eliminar la presencia de desechos (palomas).

Tabla 17: Costo de mantenimiento de Elementos ornamentales.

06.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
06.01	Adhesivo epóxico Devcon home (Adhiere: Acrílico, porcelana, fibra de vidrio, metal madera, concreto, cerámica, vidrio)	u	\$4,50
06.02	Epoxy steel (Adhesivo epóxico para metales)	u	\$3,75
06.03	Pintura antioxidante	gln	\$12,75
06.04	Pintura hidrorrepelente	gln	\$34,00
06.05	Espátula (Ingco)	u	\$2,40
06.06	Lijas medias de 150 a 180 grano.	u	\$0,40- \$0,60
06.07	Pintura anticorrosiva (Duracolor)	gln	\$14,00
06.08	Cepillo de cerda gruesa	u	\$1,25

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

VII. Pintura de su casa

Si se observa ampollamientos y eflorescencias en el muro es un indicativo que hay presencia de humedad. Cuando la pintura se ampolla o engloba, es porque la pintura se resiste ante la presión ejercida por la humedad del muro, sin quebrarse. Esto se da por la incompatibilidad entre mortero y pintura. Existe una diferencia de resistencias de cada material, es decir, la aplicación de pinturas impenetrables que evitan la respiración del muro (pinturas de película dura como látex o acrílicas) sobre fondos blandos (muro, revoque y empañete de tierra).

Si se requiere recomponer la capa de pintura es necesario quitar la película de pintura deteriorada, es decir, todas las capas de pintura floja o descascarada, ya sea empleando métodos manuales o mecánicos, fijando luego las superficies antes de pintar.

Para limpiar los muros se utilizará agua, jabón (nunca detergente) y un cepillo suave, quitando grasas y suciedad garantizando una mejor adherencia a la superficie de soporte. Después se aplicará una o dos capas de fijador (agua cola) y se procede al pintado del muro.

No es recomendable el uso de yesos o enlucidos de cemento para emparejar las superficies del muro de tierra ya que con el tiempo se originarán ampollamientos y eflorescencias. Se aconseja resanar las superficies con nuevos revoques similares al original.

Tabla 18: Costo de mantenimiento de Pintura de su casa.

07.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
07.01	Jabón neutro	u	\$4,00
07.02	Cepillo de cerdas suaves	u	\$1,00
07.03	Cola blanca Bioplast (fijador agua-cola)	u	\$3,50

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

VIII. Pisos

Si existe fisuras o grietas en el piso, antes de cualquier tarea de reparación es imprescindible averiguar el origen y gravedad de las fisuras o grietas.

El material flojo causado por la fisura o grieta deberá retirarse cuidadosamente para no arrastrar el material firme, después se limpia bien la zona con soplete de aire o brocha. Se recomienda realizar una perfecta unión del material nuevo con los existentes.

Si por causa del agrietamiento, el material de revestimiento del piso se ha desprendido por completo y la base del piso (contrapiso) quedó descubierto se limpiará bien la zona afectada y se sustituirá la pieza por otra similar al piso existente.

Para las piezas de borde desgastados o con roturas se colocará un suplemento del mismo tipo y color, tratando de que no se evidencie el empalme. Para el sellado, podrán usarse resinas que sean estables como productos a base de resina epóxica.

Si los pisos son de mármoles o graníticos y se observa porosidad elevada, se deberá aplicar mortero que la selle. Después, deberán pulirse las piezas para devolverle el aspecto original.

Tabla 19: Costo de mantenimiento de Pisos.

08.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
08.01	Soplete de aire (Ingco)	u	\$28,00
08.02	Brocha	u	\$2,00
08.03	Resina epóxica	gln	\$16,17

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

IX Cielo raso

El material deteriorado y flojo causado por la fisura o grieta deberá retirarse teniendo cuidado de no arrastrar el material firme, después se limpiará la zona con brocha o soplete de aire. Luego se rellenará la grieta con morteros adecuados similares al material original del cielo raso. Se aconseja el uso de algún material de adherencia como cola blanca, yeso o cementina para conseguir una mejor cohesión entre el material nuevo con los existentes.

Si existe humedad en el cielo raso, es importante indagar y solucionar el origen de la humedad revisando la cubierta. Por el contrario, si no hay problemas de filtración de agua, se recomienda aplicar pinturas apropiadas para garantizar la respiración del cielo raso.

En el caso de tener cielo raso de madera y sus piezas tienen altos niveles de agrietamiento, es necesaria la sustitución parcial o total de los elementos. Los arreglos de las piezas dañadas dependerán del grado de deterioro que posean.

Si la madera ha sido agredida por xilófagos, será necesario un tratamiento curativo mediante químicos como fungicidas o insecticidas, según se traten

de hongos o insectos. El tratamiento será de inmersión para las piezas nuevas o de inyección mediante una brocha para los elementos colocadas en la estructura.

Tabla 20: Costo de mantenimiento de Cielo raso.

09.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
09.01	Soplete de aire (Ingco)	u	\$28,00
09.02	Brocha	u	\$2,00
09.03	Cola blanca Bioplast 1lt	u	\$3,50
09.04	Yeso	lb	\$0,35
09.05	Insecticida y fungicida de gran concentración (Maderol)	lt	\$5,85

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

X. Escalera

En el caso de desprendimientos o faltantes de barandas o pasamanos, se sugiere colocar una pieza similar a la del conjunto, procurando que sean sustituidas con el mismo material.

En los elementos metálicos deteriorados se realiza una limpieza para retirar restos de acabados y óxidos a través de métodos mecánicos y químicos. Entre los procesos mecánicos está el cepillado y en los químicos está el decapado utilizando algún elemento químico como el disolvente aplicado mediante brocha o aerosol. El disolvente descompone el óxido metálico y facilita la limpieza posterior con un cepillado. Después, debe aplicarse una protección con pintura anticorrosiva como fondo para evitar nuevas oxidaciones superficiales y luego se aplica una pintura que colabora en la protección del elemento.

Si los materiales de la escalera son de madera y no presentan afectaciones profundas, se tratará con fungicidas o insecticidas, según se trate de eliminar hongos o insectos. Por el contrario, si el ataque es grave, se sustituirá parcial o totalmente la pieza, tratando de eliminar las causas que favorecen el ataque.

Tabla 21: Costo de mantenimiento de Escaleras.

10.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
10.01	Brocha	u	\$2,00
10.02	Disolvente	lt	\$1,80
10.03	Cepillo de cerdas gruesas	u	\$1,25
10.04	Pintura anticorrosiva (Duracolor)	gln	\$14,00
10.05	Insecticida y fungicida de gran concentración (Maderol)	lt	\$5,85

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

XI. Balcones

Es importante verificar la instalación de los desagües pluviales de nuestros balcones para constatar la correcta evacuación de las aguas para que no haya estancamientos o filtraciones.

También se deberá revisar la unión del pasamano con la fachada y con las carpinterías, deben estar selladas adecuadamente. Si los barrotes de baranda son de hierro y en su unión con el piso se observa exfoliación con el levantamiento del material, se limpiará el empotramiento y se aplicará un protector de óxido en el metal.

Tabla 22: Costo de mantenimiento de Balcones.

11.00	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	P. UNITARIO
11.01	Pintura anticorrosiva (Duracolor)	gln	14,00

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Después de revisar los costos relacionados al mantenimiento de edificios de valor patrimonial que, también sirven para viviendas construidas con sistemas constructivos tradicionales como el bahareque, es necesario recalcar que el mantenimiento periódico de una vivienda tradicional está estrechamente ligada a su vida útil.

Otras estrategias que ayudan a alargar la vida útil de una vivienda de bahareque y a optimizar costos a futuro en el mantenimiento es que la edificación se construya eficientemente, es decir, aplicando procesos constructivos adecuados en la cimentación, en el sobrecimiento, en la calidad y uniones de la madera, en los muros y en la cubierta. Es imprescindible que los muros de tierra estén protegidos de la humedad mediante sobrecimientos que separan al muro del nivel del suelo protegiéndolo de salpicaduras causadas por las lluvias y de la humedad que tiende a ascender por capilaridad, también se puede preservar con revestimientos pétreos que protegen la base del muro. Además, una adecuada longitud del alero que proporciona la cubierta también es un factor determinante para proteger al muro de los factores climáticos alargando la vida útil de la vivienda. Se podría decir de una manera metafórica que la vivienda de bahareque debe tener unas buenas botas (cimientamiento-sobrecimiento) y un buen sombrero (cubierta) para tener un alargado ciclo de vida.

Según Francisco Ochoa (2016) basado en su investigación afirma que una construcción de bahareque aplicada procesos constructivos adecuados garantiza una durabilidad tan efectiva como las que presentan algunas viviendas del casco histórico de la ciudad de Cuenca que, en la actualidad, se encuentran en condiciones estables datando con más de 200 años de antigüedad.

Por otro lado, se dialogó con Manuel Aguayza, constructor que reside en la comunidad de Quilloac perteneciente al cantón Cañar, Aguayza (comunicación personal, 24 de octubre de 2023) comenta que el Municipio del cantón Cañar últimamente recomendó construir viviendas en bahareque en las zonas aledañas a la comunidad de Quilloac debido a que son suelos inestables. Las viviendas que fueron construidas con bloques de cemento o ladrillos han fracasado, mientras que, viviendas que se construyeron en bahareque han resistido de mejor manera. Aguayza afirma que la resistencia de la vivienda de bahareque es por todos los refuerzos en la estructura de madera o como coloquialmente dijo: “la vivienda de bahareque está trinquetiada por todas partes” por lo que estas construcciones aseguran una mejor vida útil y cuando termine su ciclo de vida regresa al suelo generando poco impacto al entorno.

3.4 Investigación del mercado (mano de obra, herramientas, materiales) disponibles en el centro urbano de Cañar

En la ciudad de Cañar existe un gran porcentaje de viviendas construidas con muros de bahareque, esto se debe a que, en tiempos pasados, la sociedad de este cantón elegía este sistema constructivo porque había disponibilidad de mano de obra, era adaptable a los recursos económicos familiares y por tener un buen comportamiento ante movimientos sísmicos. Sin embargo, la globalización de los sistemas constructivos convencionales como el hormigón armado y la mampostería de bloque de cemento han contribuido a que sistemas constructivos tradicionales como el bahareque cada vez se utilicen menos.

En la actualidad, en nuestro cantón, existe poco interés en seguir construyendo viviendas con la técnica del bahareque, y a pesar de que no es un sistema constructivo complejo, las personas optan por construir sus viviendas con materiales convencionales como el hormigón porque en el mercado de la construcción del cantón de Cañar existen todos los recursos necesarios (mano de obra, materiales y equipo) para edificar con este sistema constructivo convencional.

Esto ha causado que la mano de obra de nuestro cantón demuestre desinterés en seguir aprendiendo técnicas tradicionales ya que es más rentable económicamente que la mano de obra sepa trabajar con los sistemas constructivos que impliquen al hormigón.

Sin embargo, investigando a constructores que han trabajado con la técnica del bahareque y que, en la actualidad, también construyen con sistemas convencionales como el hormigón, madera, mamposterías (bloque de cemento y ladrillo), nos encontramos con Manuel María Aguayza, constructor oriundo de la comunidad de Quilloac de la ciudad de Cañar, que ha construido viviendas con la técnica del bahareque. Otro constructor conocido en el medio de la construcción es Simón Campoverde, que ha edificado varias viviendas de bahareque en el centro urbano de Cañar. Finalmente, se tuvo contacto con Antonio Morocho, constructor que conoce sobre técnicas tra-

dicionales como el bahareque y el adobe. Estos constructores aportaron a esta investigación con conocimientos de los procesos constructivos de la técnica del bahareque, así como en las proporciones referenciales de los materiales para fabricar el barro para embutir, el revoque y el empañete. Con estos datos se realizó los análisis de precios unitarios de algunos rubros del muro de bahareque.

Los principales materiales para una vivienda de bahareque son la tierra, madera, paja, caña, carrizo y materiales pétreos. Estos materiales naturales, al no ser industrializados, ocupan poca energía para su proceso constructivo, reduciendo la huella ecológica. Además, al terminar la vida útil de la vivienda, puede regresar a la tierra teniendo un impacto menor con el entorno.

En el campo de la construcción, la tierra es el material natural más abundante en todo el mundo. Su color, el olor y su contextura son indicadores para verificar si es una tierra apta para la construcción. Las tierras de color negro y que tienen un olor a moho no sirven para la construcción porque poseen alto contenido de materia orgánica. Por el contrario, la tierra clara es la que está libre de materia orgánica y sirve como material de construcción, pero las tierras de color amarillo claro y rojo son las ideales. Sin embargo, es necesario conocer las proporciones de limos, arcilla y arena de la tierra mediante sencillas pruebas y ensayos de campo (Cardoso, 2015).

Para Carazas y Rivero (2002) a través de pruebas de campo simples se puede comprobar si la tierra conviene para la construcción, ya que nos muestran las características de la tierra. Para verificar su granulometría o componentes, se realiza las siguientes pruebas de campo: la manipulación (olor), cigarro (plasticidad) y la pastilla (cohesión).

Mediante el ensayo de campo de la "manipulación" de la tierra al mezclarle con agua, nuestros sentidos permiten identificar los componentes de la tierra. Si la tierra desprende un olor, se trata de tierra orgánica. Por el contrario, si la tierra es rugosa, quebradiza y poco pegajosa, es una tierra arenosa. Si la tierra se presenta fina, fácil de reducir en polvo y pegajosa hace referencia a una tierra limosa. Por último, si la tierra es difícil de romper, lento para deshacerse en el agua, muy pegajosa y fina, se trata de una tierra arcillosa (Figura 68). Lo ideal es encontrar una tierra a la vez arenosa

y arcillosa, pero deben tener cuidado de las tierras limosas porque una vez secas no resisten al agua (Carazas & Rivero, 2002).

La prueba de campo “cigarro” o también llamada prueba de la cinta, hace referencia a retirar las gravas de la muestra de tierra, mezclarla con agua y dejar reposar una media hora hasta que la arcilla pueda reaccionar con el agua. Se debe moldear un cigarro de 3cm de diámetro y alrededor de 20cm de largo, la tierra no debe ensuciar las manos. Después se debe empujar lentamente el cigarro hacia el vacío para medir el largo del pedazo que se desprenderá. Es recomendable recomenzar la prueba 3 veces y realizar un promedio. Carazas y Rivero (2002) afirman que si el cigarro se desprendió entre los 7 y 15cm, es buena tierra (Figura 69).

Por último, para la prueba de campo de la "pastilla", se recupera la tierra del ensayo precedente en el estado plástico. Después, se procede a moldear 2 pastillas con la ayuda de un pedazo de tubo pvc o similar. Cuando haya secado, se observa los eventuales fenómenos de retracción y se evalúa la resistencia de la tierra por ruptura y aplastamiento entre el pulgar y el índice. Es una buena tierra cuando existe menos de 1 mm de retracción y es difícil de reducir en polvo (Figura 70) (Carazas y Rivero, 2002).

En el documento organizado por Neves y Borges (2011), titulado *Técnicas de construcción con tierra*, Lucía Garzón mencionó que debe seleccionarse el tipo de tierra para embutir, embarrar o enlodar las estructuras, pero, en el sistema constructivo de bahareque, la tierra no tiene una función estructural, más bien cumple un papel de relleno o envoltura y por esta razón, la mezcla exige menos selección de los suelos que en otras técnicas de construcción con tierra como adobe, tapia pisada, BTC, etc.

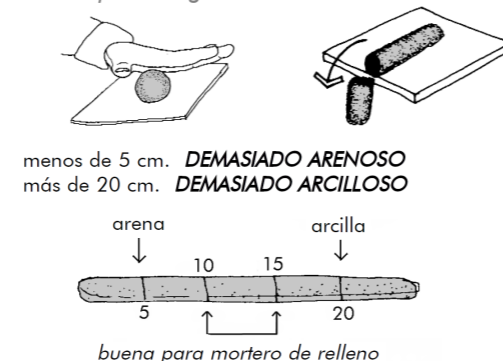
La tierra es un recurso natural que se puede obtener del mismo terreno donde se va a construir. La tierra que se excava para los cimientos de la vivienda puede ser apta para construir con la técnica del bahareque, sin embargo, se debe realizar las pruebas de campo mencionadas y si la tierra no cumple con las características se debe traer de otra zona, pero hay que considerar el costo de la extracción y del transporte. Para la extracción de la tierra, un operador de maquinaria de retroexcavadora cobra \$25 la hora y el precio del transporte de la tierra es variado porque depende de la distan-

Figura 68: Prueba de campo de la manipulación



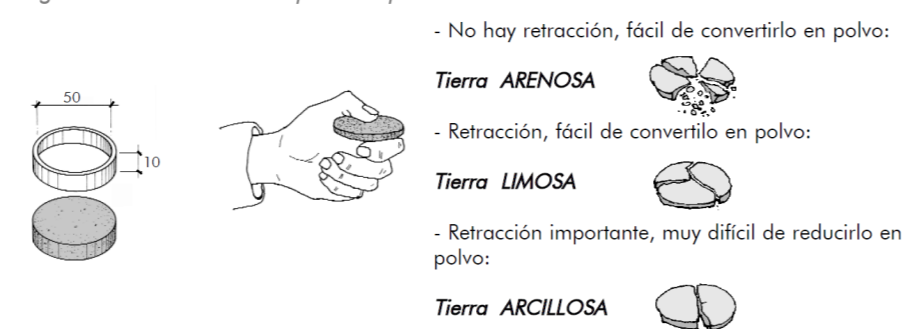
Fuente: Guía de construcción parasísmica, 2002.

Figura 69: Prueba de campo del cigarro



Fuente: Guía de construcción parasísmica, 2002.

Figura 70: Prueba de campo de la pastilla



Fuente: Guía de construcción parasísmica, 2002.

cia del traslado, pero generalmente una volqueta con un volumen de 8m³ cobra \$75 por transportar la tierra con una distancia máxima de alrededor de 8 km. A la tierra que sirve para la construcción comúnmente la mano de obra de la ciudad de Cañar lo denomina *tierra blanca* (Figura 71). Para esta investigación, la tierra a utilizarse será de otra zona, esta tierra debe ser verificada con las sencillas pruebas de campo mencionadas que asegurará que la tierra es apta para la construcción.

Por otro lado, la paja de páramo es un material importante que se encuentra en los cerros aledaños a la ciudad de Cañar. Manuel Aguayza (comunicación personal, 24 de octubre de 2023) comenta que en tiempos pasados las personas podían ir al cerro y traer la paja sin ningún problema, pero en la actualidad, las comunidades que habitan los cerros son los dueños de estos ecosistemas frágiles y lo cuidan. No obstante, se puede contratar a una persona cercana a las comunidades para que consiga la paja. Tradicionalmente esta fibra vegetal lo venden por mula, cada mula transporta 8 brazadas de paja por un valor de \$25. Según Antonio Morocho (comunicación personal, 6 de noviembre de 2023) comenta que la paja de páramo que está en los cerros se distingue por ser hembra o macho, siendo la hembra utilizada tradicionalmente para la construcción por ser más delgada (Figura 72).

Otro material muy importante para una vivienda de bahareque es la madera. Este material se puede conseguir en la Plaza de Madera Cañar, ubicada en el sector de Iza Vieja, donde ofrecen vigas, viguillas, tirantes, pingos, tiras, tablas, tablonés, cantoneras y postes (Figuras 73 y 74). Sin embargo, la madera que se encuentra en la plaza no pasa por un proceso de secado como lo ofrecían en tiempos pasados. Es recomendable comprar la madera con anticipación y secarla, este proceso mejora las propiedades físicas de la madera y evita torceduras de las piezas.

La mayor parte de esta madera es de eucalipto y los comerciantes lo traen desde el cantón Biblián. Para esta investigación, todo el armazón de los muros es de madera de eucalipto. Para la estructura principal de los muros (columnas, soleras inferiores y superiores) se utiliza viguillas de un diámetro de 15-16 cm, que tiene un costo de \$3,50 el metro lineal. Para la Cruz de San Andrés y pies derechos se usa pingos de 12cm de diámetro, su precio es de \$2,00 el metro lineal. Para estructuras de puertas, ventanas, trinqu-

Figura 71: Tierra blanca usada para la construcción



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Figura 72: Paja de páramo



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Figura 73: Plaza de madera Cañar



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Figura 74: Plaza de madera Cañar



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Figura 75: Vigüillas y pingos de eucalipto



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

tes y medianeras se emplea pingos de 10cm de diámetro, su valor es de \$1,50 el metro lineal. Finalmente, para las barras se utiliza pingos de 7cm de diámetro, con un precio de 1,20 el metro lineal (Figura 75).

Siempre hay que tomar en cuenta que antes de construir con madera es indispensable su preservación, por este motivo se aplica con brocha *maderol*, que es un insecticida y fungicida de gran concentración que es ideal para la preservación de madera, este producto cuesta \$5,85 el litro. Con la madera tratada se ensambla la estructura principal, con la ayuda de una motosierra pequeña se cortan las piezas de soleras, columnas y cruces de San Andrés para generar ensambles a media madera o caja y espiga, estas uniones serán reforzadas con clavos de 2 1/2" o 3". Las estructuras de puertas, ventanas, trinquetes, medianeras y barras se fijarán mediante destajes y asegurados con clavos de 2".

En el proceso final de la estructura del muro va el entramado de carrizo o caña guadúa, que van fijadas con clavos de 2". En la ciudad de Cañar, el carrizo es un material escaso, por el contrario, la caña guadúa se puede encontrar en las diferentes ferreterías (Figura 76). La caña guadúa tiene un costo de \$3,00 - 3,50 la unidad, con una longitud de 6 metros, pero es caña no preservada. Según Carazas y Rivero (2002) manifiestan que es importante también preservar la caña guadúa porque permite la durabilidad de las varas. Sin embargo, al no encontrar cañas preservadas en la ciudad, se decidió adquirir cañas preservadas desde Olón, comuna de la parroquia Manglaralto del cantón de Santa Elena. Ahí se encuentra Afro bambú ec, que es una organización que comercializa la caña preservada a un precio de \$9,00 la unidad de 6m de longitud. A este valor se debe añadir el precio del transporte por lo que esta organización cobra \$11,00 cada caña incluido su traslado. El nombre científico de la caña es *Guadua angustifolia Kunth*, conocida comercialmente como *Caña brava*. Generalmente, una caña al dividirlo longitudinalmente con un machete rinde 5 a 6 latillas largas. Para clavar las varas de caña guadúa, Simón Campoverde (comunicación personal, 29 de octubre de 2023) recomienda fijar las varas cada 15cm para no tener problemas al embutir el muro con las manos. Finalmente, la estructura de los muros estará lista para ser embutida con barro.

Cuando se prepara el barro para el embutido del muro, la tierra blanca se mezcla con agua y al batirlo se genera el barro. El batido del barro se puede

Figura 76: Caña guadúa en ferretería de Cañar



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Figura 77: Vivienda vernácula sin revestimiento, latillas de cañas vistas



Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

hacer sin maquinaria y con herramientas menores, es un proceso que consiste en caminar por el barro removiéndolo generando una masa viscosa. Además, todo tipo de persona puede participar en el preparado y en el embutido del barro en los muros porque no son actividades complejas, incluso pueden participar niños y niñas convirtiéndola en actividades divertidas.

Por otro lado, la minga es una tradición milenaria precolombina que puede agilizar e incidir económicamente en los procesos de preparación del barro y el embutido. Sin embargo, en la ciudad de Cañar y en sus comunidades, las mingas para construir una edificación se ven cada vez menos. No obstante, existen otras comunidades que en la actualidad siguen conservando las mingas tradicionales al construir una edificación. Un claro ejemplo es la comunidad de Chuquidel del pueblo Saraguro, que aún mantiene esta tradición milenaria y mediante estas mingas comunitarias ayudan a integrantes de su comunidad en la construcción de sus viviendas de bahareque (Figuras 78 y 79)

Otras maneras de batir el barro pueden ser con la intervención de animales (caballos, burros, vacas, etc.) haciéndolos pisar el barro o también con la ayuda de maquinaria como la retroexcavadora (gallineta), removiendo el barro con el cucharón. Para fines de esta investigación se propuso el batido del barro con la misma mano de obra. Además, después del batido del barro mediante cualquier proceso mencionado se deja reposar por un par de días para que mejore su cohesión y plasticidad, coloquialmente las personas del cantón Cañar a este procedimiento lo conocen como “dejar pudrir el barro”. Por otro lado, El Peruano (2017), en su documento titulado *Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada*, lo denominan “dormido” a este procedimiento. Según esta norma, el dormido es un proceso de humedecimiento de la tierra ya zarandada (tamizada), durante dos o más días, esto permite activar la mayor cantidad de partículas de arcilla, antes de ser amasada con paja. Cuando haya pasado el proceso de pudrición o el “dormido” del barro, se vuela a batir mezclándole con paja. Después se embute el barro con las manos entre las oquedades de la estructura.

Para el revoque, que es una capa de protección del muro de alrededor de 2 a 3cm de espesor, se necesita tierra blanca tamizada (más fina que la utilizada en el embutido) y paja. De igual manera que en el proceso anterior, se



Figura 78: Preparación del barro
Fuente: <https://www.facebook.com/somossaraguro/videos/344796874770324>



Figura 79: Embarre terminado de la vivienda
Fuente: <https://www.facebook.com/watch/?v=303630442473675>

mezcla la tierra con agua para formar el barro y se remueve hasta tener una masa viscosa, luego es necesario que el barro del revoque haya podrido o haya “dormido” por lo menos 48 horas. Después se vuelve batir añadiéndole paja, el batido de esta mezcla es más sencillo y luego se aplica al muro que necesariamente debe estar seco. A la mezcla de barro y paja también se suele añadir melaza como aglutinante, que mejora las propiedades del revoque. Después de este proceso, se aplica el revoque con las manos o con la ayuda de herramientas como la regla de aluminio y un bailejo.

Para el empañete tradicional, que es una capa sellante de 2mm a 3mm, se necesita tierra blanca o amarilla cernida y guano de caballo desmenuzado. Además, se suele añadir yeso en proporciones bajas para mejorar sus características, después de batir esta mezcla se debe dejar pudrir por lo menos 72 horas antes de empañetar. Simón Campoverde (comunicación personal, 29 de octubre de 2023) recomienda que al preparar empañete se utilice estiércol de caballo, yegua, burro o mula, pero nunca usar excremento de ganado vacuno. Sin embargo, en la ciudad de Cañar se dificulta conseguir el excremento de caballo en grandes proporciones. Manuel Aguayza (comunicación personal, 24 de octubre de 2023) comentó que en tiempos pasados se podía conseguir fácilmente el estiércol porque existían más caballos en nuestra zona, pero en la actualidad es más complejo. Por estos motivos se decidió averiguar sobre la comercialización del empañete preparado.

En la ciudad de Cuenca, ubicada aproximadamente a 66 km de la ciudad de Cañar, el señor Alfredo Ugalde vende en su domicilio empañete preparado a \$4,50 el galón, a este costo se debe considerar los gastos del transporte desde la ciudad de Cuenca a Cañar. Además, a este empañete preparado se suele añadir resina para mejorar las cualidades impermeables para muros exteriores. La aplicación del empañete se hace con la ayuda de una llana o paleta, tratando de realizar un acabado homogéneo.

Sobre el empañete se aplica la lechada de cal o pintura de cal como material base previo a la pintura. La lechada de cal consiste en una mezcla líquida que se obtiene de combinar cal con agua, también se suele añadir sal de mesa para que tenga una mejor fijación. En la ciudad de Cañar se puede conseguir la arroba de cal a \$5,00 o la libra a 0,25 ctvs.

Sobre la lechada de cal se aplica la pintura en los muros. La pintura puede ser a base de pigmentos minerales como se hacía tradicionalmente o también se puede optar por productos comerciales como pinturas a base de agua. Para esta investigación, se optó por una pintura en emulsión base agua (látex), que tiene la ventaja de ser hidro repelente, con alta resistencia a la intemperie y al ataque de hongos. Además, esta pintura permite la transpiración del muro evitando los ampollamientos ocasionados por la presencia de humedad. Esta pintura tiene un valor de \$34,00 el galón.

Por último, para la cubierta, que es estructura vista en su interior se usa una viga cumbreira (unión de dos vigas de pino de 7x14cm) y tirantes de pino de 7x14cm que cuestan \$6,00 el metro lineal en la ciudad de Cañar. Sobre los tirantes va la instalación del entablado o machimbre de madera de laurel. Juan Muñoz, carpintero conocido en la ciudad, nos proporcionó un precio referencial del suministro e instalación del entablado de laurel, con un valor aproximado de \$37,00 el m². Además, Muñoz brindó costos referenciales de los rubros relacionados a la carpintería. Para el acabado final de la cubierta se utiliza teja artesanal, que se puede encontrar en la ciudad de Cañar a 45 - 50 ctvs, la mayoría de esta teja lo traen de la ciudad de Cuenca. Si se desea traer la teja artesanal de la ciudad de Cuenca a un costo más bajo, se pueden dirigir al sector de Racar, donde existen familias que por tradición se dedican a la producción artesanal de tejas, se recomienda tomar en cuenta el costo del transporte del material.

3.5 Análisis comparativo

La técnica del bahareque y el uso mampostería confinada con bloques de cemento son dos sistemas constructivos influyentes de la ciudad de Cañar. Además, la elaboración de muros con estos dos sistemas constructivos comparten características similares como la estructura principal, el armazón interno relleno con barro y la mampostería, los revoques de barro y enlucidos con mortero de cemento, el empañetado y el empastado y, por último, su pintura. Estas características comunes facilitan la comparación de costos entre los dos sistemas constructivos.

En primera instancia, para edificar los muros de bahareque de la vivienda mínima, primero se construye un zócalo de piedra bola, este elemento

actúa como un sobrecimiento que protege a los muros de tierra de la humedad y de las salpicaduras causadas por las lluvias, también sirve como un encadenado exterior que sostiene y protege a la estructura de madera. El zócalo se plantea como medida preventiva para proteger los muros de tierra, reduciendo los costos de mantenimiento y alargando la vida útil de la vivienda. Realizar el zócalo de piedra bola para todos los muros exteriores de bahareque cuesta **\$145,52**. Mientras que, en el sistema constructivo convencional de hormigón, no es necesario plantear un zócalo o un sobrecimiento que proteja a la pared.

En la estructura principal de los muros de bahareque, el costo de provisión y montaje de soleras y columnas de eucalipto es de **\$1361,76**. En cambio, el costo de la estructura de hormigón armado en vigas y columnas, utilizando vigas electrosoldadas V1 y hormigón simple (F'c= 210kg/cm²) es de **\$982,95**. En la estructura principal, la técnica del bahareque resultó más costosa que la estructura de hormigón armado con una diferencia de \$378,81. Sin embargo, el montaje de la estructura de madera tarda menos tiempo que la construcción de la estructura de hormigón armado.

En el armazón interno de los muros de bahareque, los costos de provisión y montaje de estructuras de puertas y ventanas, pies derechos, cruces de San Andrés, trinquetes, medianeras, barras y cañas es de \$1.939,09. A este valor se le suma el embutido de barro, que tiene un valor de \$10,97 el metro cuadrado y el costo de embutir todos los muros es de \$1.195,73. De esta manera, se obtienen los muros embutidos con barro de toda la vivienda mínima a un costo de **\$3.134,82**. Por el contrario, el valor de la mampostería de bloque de cemento (15x20x40cm) es de \$20,34 el metro cuadrado y el costo total de las paredes sumados los dinteles en puertas y ventanas de toda la vivienda mínima es de **\$2.594,65**. En este proceso, la mampostería de bloque resulta más económica con una diferencia de \$540,17. Además, hay que considerar que, el sistema constructivo convencional de mampostería es menos tardado que la técnica del bahareque, ya que se debe tomar en cuenta la preparación del barro, su proceso de dormido y el embutido de muros.

El revoque con barro o el enlucido de cemento es una capa protectora de los muros. El precio de revocar los muros de bahareque con barro (incluidos los fillos) es de \$8,50 el metro cuadrado y el costo total de revocar todos

los muros de la vivienda mínima es de **\$1.853,00**. Mientras que, enlucir paredes de bloque de cemento con mortero 1:3 (cemento: arena) tiene un valor de \$7,80 el metro cuadrado y el costo total del enlucido de todas las paredes de la vivienda incluido enlucidos de fillos es de **\$2072,85**. En este proceso la técnica del bahareque resulta más económica ya que existe una diferencia de costos de \$219,85 entre revocar con barro y enlucir con mortero. Sin embargo, el costo de la paja de páramo influye en gran medida en el valor total del revoque.

Para un acabado más homogéneo en las superficies de los muros de bahareque se aplica el empañete. De igual manera, en el sistema constructivo convencional, se aplica empaste sobre las paredes enlucidas para un acabado más liso. El precio por metro cuadrado de empañetado es de \$3,80 y el costo total de empañetar los muros de la vivienda mínima es de **\$782,80**. Por el contrario, el precio por metro cuadrado del empastado interior y exterior de paredes es de \$2,96 y \$4,27 respectivamente. El costo total de empastar paredes internas y externas de la vivienda mínima es de **\$722,52**. En este caso, el empañetado de muros de bahareque resultó un poco más costoso que el empastado de paredes de bloque de cemento, con una diferencia de \$60,28.

Cuando se requiere pintar un muro de bahareque es indispensable aplicar una lechada de cal o pintura a base de cal, que funciona como material base para después aplicar la pintura. El costo de la lechada de cal en los muros es de \$1,36 el metro cuadrado y el valor de la aplicación de la lechada de cal en todos los muros de la vivienda mínima es de \$279,95. Sobre la base de cal se aplica una pintura hidrorrepelente a base de agua que permite que el muro transpire sin problemas, el valor de aplicar la pintura en los muros de bahareque es de \$3,45 el metro cuadrado y su costo de aplicación en todos los muros de la vivienda mínima es de \$710,70. El costo total para pintar los muros de bahareque de la vivienda mínima es de **\$990,65**. En cambio, en el sistema constructivo convencional se usó una pintura látex vinil acrílico recomendado para exteriores e interiores, su aplicación tiene un precio de \$2,73 el metro cuadrado y el costo total del pintado de todas las paredes de la vivienda mínima es de **\$584,22**. Como se puede observar, el pintado de los muros de bahareque resulta más costoso que pintar paredes empastadas porque se considera el costo de la aplicación de la lechada de cal y el uso de una pintura que permite la respiración del muro. Esta pintura

cuesta más que la típica pintura de látex vinil acrílico que se utiliza para el sistema constructivo convencional. La diferencia de costos en este proceso es de \$406,43.

En conclusión, construir los muros portantes de la vivienda mínima con la técnica tradicional de bahareque tiene un costo referencial de **\$8.268,56**. En cambio, edificar muros con el sistema constructivo convencional de mampostería confinada con bloque de cemento tiene un precio referencial de **\$6.957,19**. La diferencia de costos entre estos dos sistemas constructivos es \$1.311,37. Como ya se dedujo, el presupuesto para construir esta vivienda mínima con la técnica del bahareque resultó un poco más costosa que construir con mampostería confinada ya que la diferencia de costos entre estos dos sistemas constructivos superó por poco el ± 5%, que es el margen de error en la estimación del presupuesto de una vivienda. Sin embargo, analizando comparativamente, la técnica de bahareque resultó más

costosa que la mampostería confinada en los rubros de la estructura principal, en la conformación de los muros, en el empañetado y el pintado. Una de las razones por las que la técnica tradicional del bahareque es un poco más costosa en la estructura y en la conformación de los muros es debido a uno de sus materiales principales, la madera, que se utiliza en gran medida en los muros. La madera cumple una función importante en la conformación de los muros ya que todos sus componentes (soleras, columnas, pies derechos, cruces de San Andrés, trinquetes, medianeras, barras) aportan a tener calidad estructural y flexibilidad ante diversos esfuerzos, siendo técnicas sísmicas resistentes. Además, se debe considerar el precio adicional de la construcción del zócalo de piedra bola que ayudará a preservar mejor a la vivienda de bahareque. No obstante, el revocado de muros resultó un poco más barato que el enlucido de paredes.

Tabla 23: Comparación de costos de muros y estructura.

COMPARACIÓN DE COSTOS DE MUROS Y ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA MÍNIMA			
Sistema constructivo tradicional de Bahareque		Sistema constructivo convencional de Mampostería confinada	
Zócalo de piedra bola h=20cm (Hormigón ciclópeo: 40% piedra bola, F'c=180kg/cm ² , incluye encofrado)	\$145,52	-	-
Estructura principal (Soleras superiores, inferiores y columnas de eucalipto ø= 16-15 cm)	\$1.361,76	Estructura principal (Pórticos de hormigón armado usando vigas electrosoldadas V1 y hormigón simple F'c= 210kg/cm ²)	\$982,95
Muros embutidos con barro (Incluye armazón interno del muro: estructuras de puertas y ventanas, pies derechos, cruces de San Andrés, trinquetes, medianeras, barras y cañas)	\$3.134,82	Mampostería de bloque de hormigón (Incluido dinteles de puertas y ventanas)	\$2.594,65
Revoque de barro incluido fillos	\$1.853,00	Enlucido con mortero (Incluido enlucidos de fillos)	\$2.072,85
Empañetado	\$782,80	Empastado interior y exterior	\$722,52
Pintura (Lechada de cal y pintura hidrorrepelente)	\$990,65	Pintura para interiores y exteriores	\$584,22
Costo total	\$8.268,56	Costo total	\$6.957,19

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

CAPÍTULO 4.0

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS

4.1 Estrategias según los constructores

4.2 Opinión de los usuarios



La optimización de los costos de una vivienda hace referencia a que los procesos de construcción sean más eficientes y convenientes para disminuir los costos, sin comprometer la calidad de lo construido. Para generar una propuesta de optimización de costos para una vivienda mínima construida con la técnica de bahareque se recogerá opiniones de expertos (arquitectos, constructores y usuarios) y se recurrirá al uso del método Delphi, mismo que permitirá condensar los resultados, descartando el material irrelevante y buscando la convicción común.

Para Daniel Palacios (2022) el método Delphi es:

Un sistema dinámico, intuitivo y predictivo que se basa en el uso estratégico de las opiniones por parte de un panel de expertos sobre algún tema en particular, con el fin de llegar a soluciones específicas y una mejor toma de decisiones (s/p).

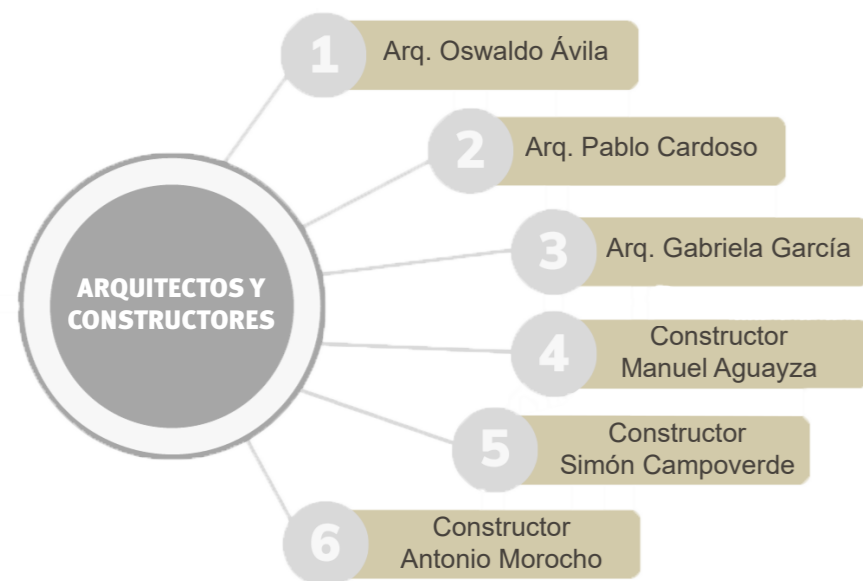


Figura 80: Arquitectos y constructores participantes en el método Delphi
Fuente: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

4.1 Estrategias según los constructores

Para desarrollar estrategias con el fin de optimizar costos para la vivienda mínima de bahareque se ha dialogado con arquitectos y constructores que tienen conocimientos sobre esta técnica tradicional. Los conocedores locales sobre este tema son: el arquitecto Oswaldo Ávila y los constructores Manuel Aguayza, Simón Campoverde y Antonio Morocho, mientras que, los arquitectos Pablo Cardoso y Gabriela García son conocedores que residen en la ciudad de Cuenca. A estos profesionales se les consultó cómo disminuir los costos de construcción de una vivienda de bahareque, utilizando materiales naturales o sostenibles, promoviendo la compra de materiales artesanales antes que los industriales e impulsando la economía local o regional.

Estrategias:

1. El arquitecto Oswaldo Ávila (comunicación personal, 22 de diciembre de 2023) sugiere que, para reducir costos, el zócalo de piedra bola puede reemplazarse por un revestimiento de piedra laja en los muros exteriores (Figura 81). Este revestimiento también cumple la función de proteger la base del muro de bahareque de la humedad y de las salpicaduras que causan las lluvias. Además, la piedra laja es un producto artesanal que se puede encontrar en el sector Rumihurco, en el cantón Azogues, a un precio de \$12,00 el metro cuadrado. Para este cambio, la solera inferior se fijaría directamente a la cadena de cimentación, pero es indispensable impermeabilizar bien la cimentación para que la humedad no ascienda por capilaridad a los muros de tierra.
2. El arquitecto Pablo Cardoso (comunicación personal, 4 de enero de 2024) recomienda que el entramado de caña puede reemplazarse por otros elementos de menor costo. Pablo sugiere usar ramas de árboles de eucalipto o de pino (Figura 82), lo recomendable es usar ramas secas. De esta manera, se aprovechan recursos naturales de nuestro entorno. Otra opción que aconseja Pablo, es usar residuos o retazos de madera para realizar el entramado, estos retazos de madera a comparación de las ramas, ayudan a que el muro sea más recto, pero eso depende de cómo quieran el acabado, ya que la forma orgánica que



Figura 81: Zócalo de piedra laja
Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/857232110322477343/>



Figura 82: Entramado de ramas y retazos de madera
Fuente: Manual para la autoconstrucción de una vivienda. Pablo Cardoso

brindan las ramas a los muros también puede ser interesante. Los retazos de madera se pueden conseguir en cualquier aserrío de la ciudad de Cañar, en muchos de los casos regalan estos residuos de madera y otros casos lo venden a un precio mínimo.

3. Los constructores Manuel Aguayza (comunicación personal, 24 de octubre de 2023) y Antonio Morocho (comunicación personal, 6 de noviembre de 2023), recomiendan que en la preparación del barro para embutir se puede reemplazar a la paja de páramo por la viruta de madera, que es un residuo con forma de una hoja delgada que se obtiene con el cepillo u otras herramientas al labrar la madera. La viruta se puede encontrar en los diferentes aserríos de la ciudad de Cañar, a un precio que ronda entre los \$0,75 y \$1,00 el saco grande. Manuel Aguayza comenta que ha construido muros para sus familiares con barro y viruta en el embutido y no ha tenido ningún inconveniente hasta el día de hoy con los muros.
4. El arquitecto Pablo Cardoso (comunicación personal, 4 de enero de 2024) aconseja que, para optimizar costos en la preparación del barro para embutir y en el revoque, se puede reemplazar la fibra vegetal. Es decir, la paja de páramo se puede sustituir por la hoja de pino o también llamada *pinocha* (Figura 83). La *pinocha* es un recurso natural que se puede encontrar en abundancia en los pequeños bosques de pino que están en las zonas altas cercanas a la ciudad de Cañar. Pablo comenta que las personas que son dueños de bosques de pino no les afectan la recolección de pinocha ya que estas hojas caen todo el tiempo, más bien favorece al suelo ya que la pinocha tiene compuestos que no permiten que crezcan otras especies.
5. El constructor Manuel Aguayza (comunicación personal, 24 de octubre de 2023) aconseja fortalecer el sentido comunitario en las diferentes comunidades de nuestro cantón como estrategia de optimización de costos al construir una edificación. El bahareque no es un sistema constructivo complejo de realizar y las mingas comunitarias se convierten en un recurso que puede minimizar los costos de mano de obra. De igual manera, Pablo Cardoso afirma que la autoconstrucción es fundamental para reducir costos al construir una vivienda ya que involucra al dueño,



Figura 83: Recolección de la paja del pino (pinocha)

Fuente: Manual para la autoconstrucción de una vivienda. Pablo Cardoso



Figura 84: Cubierta con tableros OSB. Quinta do Fortunato

Fuente: <https://www.archdaily.com/805203/quinta-do-fortunato-jose-luis-veloso>

a su familia y a sus amigos en los procesos constructivos reduciendo los costos de mano de obra, solamente se contratan profesionales cuando las actividades requieran de cierto grado de especialización. La autoconstrucción se efectúa con mano de obra no remunerada ya que se basa en redes de personas que se ayudan mutuamente.

6. En el empañetado y el pintado de muros, Pablo Cardoso (comunicación personal, 4 de enero de 2024) recomienda que, para optimizar costos, él usa un empañete preparado que debe mezclarse con agua y que también sirve como acabado final de muros, es decir, como pintura. Pablo comenta que el empañete lo consigue en la parroquia de Tarqui perteneciente al cantón Cuenca, el comerciante se llama Alberto Lazo y posee una receta para preparar el empañete de forma artesanal. Alberto comercializa el empañete a \$25,00 el saco de 25kg y ofrece 3 tonos de distintos colores: crema, rojo y café. Para generar un acabado liso, sin trizaduras y con cualidades impermeables, Pablo agrega un vaso de resina por cada saco de empañete y mezcla con agua, este proceso aproximadamente rinde una caneca. De esta manera, se obtiene un empañete que también sirve como pintura, optimizando los costos en revestimientos.
7. Simón Campoverde (comunicación personal, 20 de diciembre de 2023) propone que, para abaratar costos en el pintado de muros de bahareque, se emplee pintura a base de cal ya que tradicionalmente así lo hacían en tiempos pasados. La pintura a base de cal proporciona un color blanco, es compatible con los muros de tierra, su preparación es sencilla y elaborarla tiene un costo mínimo.
8. La arquitecta Gabriela García (comunicación personal, 13 de diciembre de 2023) recomienda reemplazar el entablonado de laurel por tableros de OSB. Estos tableros son materiales sostenibles y de bajo impacto ambiental debido a que se fabrican a base del prensado de viruta, que es un residuo de madera, formándose piezas completas. Además, ofrece una relación calidad-precio favorable y se utilizan con fines decorativos (Figura 84). El tablero OSB se puede encontrar en la ciudad de Cañar a un precio de \$25,00 la unidad de 1,22x2,44m con un espesor de 15mm y su instalación es relativamente sencilla.

4.2 Opinión de los usuarios

En la ciudad de Cañar, se ha dialogado con personas que han vivido o viven en casas edificadas con el sistema constructivo tradicional del bahareque, se consultó sobre su experiencia de residir en estas viviendas y sobre su opinión de cómo disminuir costos al construir una vivienda de bahareque.

Como primera instancia se dialogó con Jorge Guaraca, joven de 24 años, que tiene a sus abuelos que viven en una casa de bahareque. Guaraca (comunicación personal, 28 de diciembre de 2023) comenta que la casa de sus abuelos es más abrigada que la casa en la que reside, que es de hormigón armado y bloque de cemento. Además, Guaraca comenta que su abuelo construyó la casa con la ayuda de sus tíos abuelos y su construcción fue viable económicamente por utilizar materiales naturales.

Flaberto Buñay, es otra persona que ha vivido gran parte de su vida en una vivienda de bahareque, Buñay (comunicación personal, 29 de diciembre de 2023) menciona que antes de la llegada del bloque de cemento a la ciudad de Cañar, la mayoría de personas edificaban viviendas en bahareque. Buñay manifiesta que, para reducir costos en la construcción, no se construía el cielo raso porque resultaba costoso, más bien las estructuras del entepiso y de la cubierta eran vistas.

Esthela Bustamante (comunicación personal, 4 de enero de 2024) manifiesta que ella ha vivido su infancia y su adolescencia en una vivienda de bahareque. Ella recuerda con añoranza los espacios de su antigua casa y menciona que desde su habitación no se escuchaba el sonido que hacían en la habitación contigua, favoreciendo su intimidad. De la misma manera, Esthela comenta que no se escuchaban los sonidos que hacían los vecinos colindantes que también tenían casas de bahareque, esta ventaja es porque los muros de bahareque son buenos aislantes acústicos. Además, Esthela afirma que la temperatura se mantenía fresca durante todo el día. Otra persona con la que se tuvo un dialogo fue Fabiola Andrade, que ha vivido toda su vida en una casa de bahareque y aunque sus hijos han tratado de convencerla que viva con ellos en otra casa, ella no quiere dejar su vivienda. Andrade (comunicación personal, 03 de enero de 2024) comenta

que no dejará su vivienda porque le tiene mucho aprecio, además, recalca que su familia ha vivido en casas de bahareque por generaciones, y siempre ha valorado su durabilidad y resistencia. Ella recuerda que participó de adolescente en la construcción de su vivienda, ayudando en las actividades que eran sencillas, también rememora que cocinaba para todos los trabajadores que construían su casa.

Finalmente, se conversó con Luis Romero, él construyó una vivienda de bahareque para sus padres hace más de 45 años con la ayuda de un carpintero local. Luis Romero (comunicación personal, 7 de enero de 2024) comenta que en tiempos pasados no era necesario la intervención de un arquitecto para edificar una vivienda, ya que el carpintero se encargaba de que el municipio apruebe la construcción. Luis menciona que en el terreno donde construyó la casa había una pequeña loma la cual desbancaron y utilizaron esa misma tierra para rellenar posteriormente los muros de la casa. Para abaratar costos, Luis trabajó conjuntamente con el carpintero y en la preparación del barro pidió ayuda a algunos familiares y amigos, tratando de reducir los costos.

Como se puede observar, la mayoría de personas con las que se tuvo un dialogo expresaron experiencias positivas sobre vivir en una casa de bahareque. Además, la gran parte de estos usuarios han participado de una manera directa o indirecta en los procesos constructivos de una vivienda de bahareque tratando de minimizar costos.

Estrategias de optimización de costos

Con base en las opiniones propuestas por arquitectos, constructores y usuarios, se pretende reducir los costos en la construcción de la vivienda mínima de bahareque. Para la propuesta de optimización de costos se modifican algunos componentes en los muros y en la cubierta. La estructura tradicional de los muros (soleras, columnas, cruces de San Andrés, pies derechos, dinteles, peanas, trinquetes, medianeras, barras) no se modificará porque esta conformación ha demostrado calidad estructural y flexibilidad ante diversos esfuerzos, convirtiéndose en sistemas constructivos sismo-resistentes.

Sin embargo, se optimizará el costo implementando retazos de madera para el entramado de los muros sustituyendo las latillas de caña, esto se realizará porque resulta más accesible y económico conseguir retazos de madera que las cañas preservadas. Además, al reutilizar estos retazos de madera se genera un menor impacto ambiental dándoles una segunda vida útil a estos residuos. Hay que tener presente que se debe escoger retazos que tengan una resistencia aceptable para fijarlas al muro. Los retazos de madera se pueden conseguir en los diferentes aserríos de la ciudad, algunos dueños de los aserríos regalan estos retazos y otros lo venden. Un cúmulo de retazos de madera se puede conseguir a un precio que rodea los \$3,00 - \$5,00, son precios mínimos ya que los dueños se benefician al deshacerse de los residuos dado que la mayor parte de los retazos terminan en la basura. Al valor del cúmulo se le añade el precio del transporte hasta el terreno (ver Anexo 35).

Otra propuesta de optimización de costos es reemplazar la paja de páramo en el embutido y el revocado de los muros, la paja de páramo es un material que se encuentra en un ecosistema frágil y ha incrementado su precio porque en la actualidad no es tan accesible en nuestro cantón. Por esta razón, para el embutido se usará viruta, que es un residuo de la madera. El costo del saco de viruta rodea los \$0,75 y \$1,00 el saco grande y se puede conseguir en los diferentes aserríos de la ciudad, a este valor se le añade el precio del transporte (ver Anexos 36 y 37). Por otro lado, en el revoque, se utilizará la pinocha como fibra vegetal. La pinocha es un recurso natural que se encuentra en abundancia en los pequeños bosques de pino que

están en las zonas altas cercanas a la ciudad de Cañar. Para el costo de la pinocha se considera el valor de su recolección y su transporte al terreno (ver Anexos 38,39 y 40).

Otra propuesta que se implementará es el zócalo de piedra laja en las paredes exteriores sustituyendo al zócalo de piedra bola, esto se realiza porque la piedra laja resulta un poco más económico y menos tardado que el proceso del zócalo de piedra bola. Además, este revestimiento también cumple la función de proteger la base del muro de bahareque de la humedad y de las salpicaduras que causan las lluvias. La piedra laja es un producto artesanal que se puede encontrar a un precio de \$12,00 el metro cuadrado (ver Anexo 34).

Para el empañetado de muros, se reemplazará el empañete preparado del Sr. Alfredo Ugalde por un empañete preparado que lo comercializa Alberto Lazo en la parroquia de Tarqui del cantón Cuenca. Este cambio optimizará los costos porque Alberto comercializa el empañete a \$25,00 el saco de 25kg, a este valor se debe considerar el costo del transporte desde la parroquia de Tarqui hasta la ciudad de Cañar. El saco de empañete preparado que debe mezclarse con agua y con un vaso de resina para mejorar sus cualidades. Esta mezcla da como resultado una caneca de empañete que también servirá como acabado final, es decir, como pintura ya que Alberto ofrece 3 tonos de distintos colores: crema, rojo y café. De esta manera se implementa un empañete que servirá como pintura (ver Anexos 41 y 42).

Por último, en la cubierta se propone reducir los costos debido a que el rubro de "Entablonado o machimbrado de madera" resulta muy costoso. Por esta razón, se cambiará por tableros OSB que son materiales sostenibles y de bajo impacto ambiental debido a que se fabrican a base del prensado de viruta. El tablero OSB se puede encontrar en la ciudad de Cañar a un precio de \$25,00 la unidad (1,22x2,44m). En este caso se reducirá considerablemente el costo sin perder calidad con materiales que requieran menos tiempo en su instalación (ver Anexo 43).

En resumen, las estrategias más convenientes para optimizar los costos en la vivienda de bahareque son:

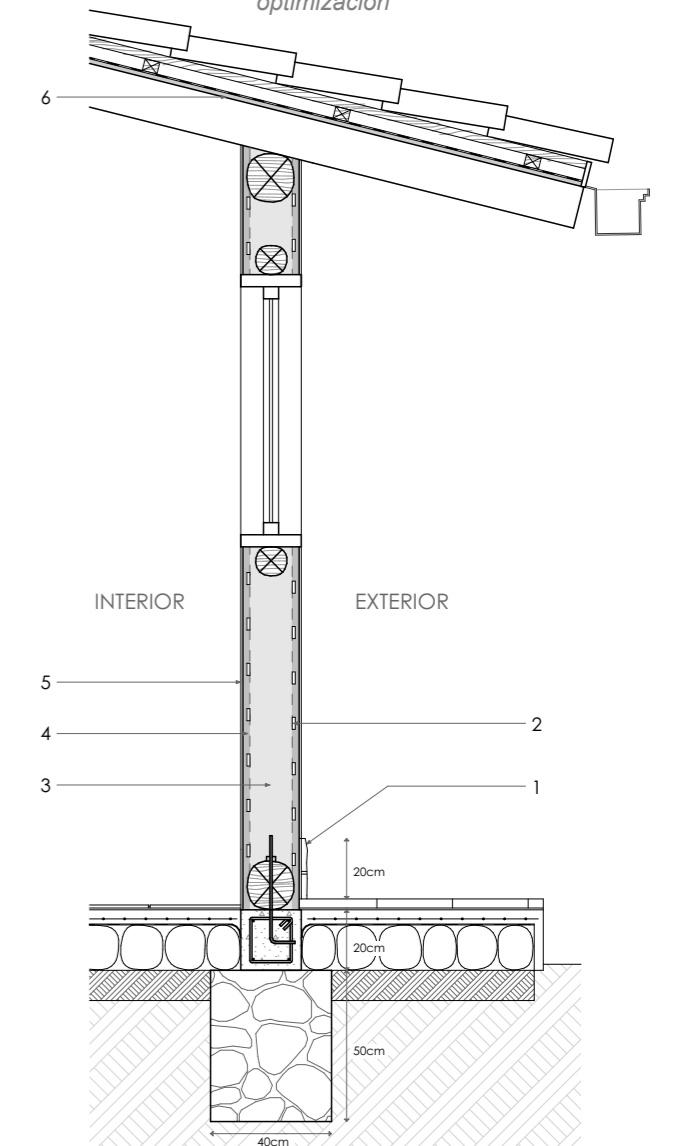
- El zócalo de piedra laja
- El uso de retazos o residuos de madera para el entramado de los muros
- La mezcla de barro y viruta para el embutido de muros
- La mezcla de barro y pinocha como fibra vegetal para revocar muros, ya que la pinocha es un buen reemplazante de la paja de páramo.
- El acabado de empañete que también sirve como pintura para los muros
- La instalación de tableros OSB en la cubierta

A continuación, se presenta una sección constructiva y el presupuesto con los rubros que optimizarán los costos en la construcción de la vivienda mínima en bahareque. Además, en los anexos se mostrará los análisis de precios unitarios (APUs) de dichos rubros.

Leyenda

1. Zócalo de piedra laja h=20cm
2. Entramado de retazos de madera
3. Embutido de barro con viruta
4. Revoque de barro con pinocha como fibra vegetal
5. Empañete de color crema
6. Tablero OSB e= 15mm (1,22x2,44cm)

Figura 85: Sección constructiva de muro de bahareque con estrategias de optimización



Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 24: Presupuesto aplicado estrategias de optimización de costos (Obras preliminares, Cimiento, Cadena, Contrapiso y Muro de bahareque).

PRESUPUESTO APLICADO ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS PARA UNA VIVIENDA MÍNIMA EN CAÑAR					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
01.00	OBRAS PRELIMINARES				\$319,11
01.01	Limpieza y desbroce	m2	81,27	1,02	82,90
01.02	Replanteo y Trazado	m2	81,27	1,55	125,97
01.03	Excavación de Cimientos	m3	13,85	7,96	110,25
02.00	CIMIENTO, CADENA Y CONTRAPISO				\$3.176,91
02.01	Cimiento de hormigón ciclópeo 40x50cm (60% H°S° f'c=210 kg/cm² + 40% piedra) Incluye encofrado	m3	11,54	101,34	1.169,46
02.02	Sum. + Instal. cadena electrosoldada V6 (4Φ9mm / E Φ 4@15cm)	ml	61,00	6,07	370,27
02.03	Hormigón Simple f'c=210 kg/cm² (en concretera) para cadenas de cimentacion 20x20cm. Incluye encofrado	m3	2,44	147,30	359,41
02.04	Varilla de fijacion ø=14mm (unión solera inferior - cadena)	ml	33,00	1,60	52,80
02.05	Relleno compactado con suelo natural e= 10cm	m3	6,15	7,14	43,91
02.06	Cama de piedra bola d= 15cm	m3	8,15	7,86	64,06
02.07	Impermeabilizante, lámina de polietileno negro (provision y montaje)	m2	81,00	1,14	92,34
02.08	Sum. + Instal. Malla Electro soldada de 5 mm cada 10cm (Malla R-196)	m2	81,00	6,15	498,15
02.09	Loseta de hormigón F'c=180 kg/cm2 e=5cm. Incluye encofrado	m2	81,00	6,50	526,50
03.00	MURO DE BAHAREQUE				\$6.372,28
03.01	Zócalo de piedra laja h=20cm	m2	5,67	19,11	108,35
03.02	Soleras superiores e inferiores de eucalipto ø= 16-15 cm (provisión y montaje)	ml	107,00	9,03	966,21
03.03	Columnas de madera de eucalipto ø= 16-15 cm (provision y montaje)	ml	45,00	8,79	395,55
03.04	Pie derechos. Pingos de eucalipto ø= 12 cm (provision y montaje)	ml	36,00	6,19	222,84
03.05	Cruz de San Andrés. Pingos de eucalipto ø=12cm (provision y montaje)	ml	33,00	6,54	215,95
03.06	Estructuras de puertas y ventanas, trinquetes y medianeras. Pingos de eucalipto ø=10 cm (provision y montaje)	ml	125,00	4,94	617,50
03.07	Barras. Pingos de eucalipto ø=7cm (provision y montaje)	ml	80,00	3,66	292,80
03.08	Entramado de retazos de madera (provision y montaje)	m2	218,00	1,93	420,74
03.09	Embutido de barro con viruta en muro de 16cm de espesor	m2	109,00	8,45	921,05
03.10	Revoque de barro con pinocha en muros	m2	218,00	6,61	1.440,98
03.11	Acabado con empañete de muro color crema	m2	206,00	3,74	770,44

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 25: Presupuesto aplicado propuestas de optimización de costos (Cubierta inclinada, Inst. Sanitaria, Inst. Agua potable y Inst. Electrica).

PRESUPUESTO APLICADO PROPUESTAS DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS PARA UNA VIVIENDA MÍNIMA EN CAÑAR					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
04.00	CUBIERTA INCLINADA A DOS AGUAS				\$4.243,47
04.01	Viga cumbreira de pino14x14cm (unión de dos vigas de pino 7x14cm) (provision y montaje)	ml	21,20	8,00	169,60
04.02	Tirantes de pino 7x14cm. Incluye 2 cerchas (provision y montaje)	ml	119,00	8,00	952,00
04.03	Tableros OSB espesor de 15mm (Provisión y montaje)	u	33,00	27,62	911,46
04.04	Impermeabilizante, lámina de polietileno negro (provision y montaje)	m2	95,80	1,14	109,21
04.05	Tiras de eucalipto 4x5cm (provision y montaje)	u	49,00	1,50	73,50
04.06	Tirillas de Eucalipto 2x2,5cm (provision y montaje)	u	300,00	0,85	255,00
04.07	Instalación de teja artesanal 41x20 (provision y montaje)	m2	95,80	14,90	1.427,42
04.08	Canalón de zinc trapezoidal pintado	ml	21,30	16,21	345,27
05.00	INSTALACIONES SANITARIAS				\$206,38
05.01	Punto de desagüe aguas servidas 110mm	pto	1,00	11,50	11,50
05.02	Punto de desagüe Aguas luvias 75mm	pto	2,00	9,44	18,88
05.03	Punto de desagüe 50mm	pto	4,00	6,66	26,64
05.04	Sum+Inst Tubería agua servida PVC 6"	ml	6,14	12,02	73,80
05.05	Pozo de revisión de 45x45x45cm. Incluye tapa	u	1,00	75,56	75,56
06.00	INTALACIONES DE AGUA POTABLE				\$823,83
06.01	Calefón a gas 16 litros instalado	u	1,00	561,76	561,76
06.02	Llave de paso 1/2"	u	1,00	25,62	25,62
06.03	Punto de agua caliente PVC 1/2" Roscable Inc. Accesorios	pto	3,00	24,72	74,16
06.04	Punto de agua fría PVC 1/2" Roscable Inc. Accesorios	pto	5,00	26,20	131,00
06.05	Válvula Check 1/2" Tipo RW	u	1,00	31,29	31,29
07.00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				\$1.283,99
07.01	Acometida cobre 3X8(8)+8AWG	ml	4,00	6,85	27,40
07.02	Tablero de distribución 3F 12 Circuitos (incluye breakers)	u	1,00	397,91	397,91
07.03	Punto de iluminación. Conductor N° 12, Sin aplique (no incluye luminaria)	pto	8,00	24,28	194,24
07.04	Punto interruptor doble (Aplique)	pto	2,00	13,72	27,44
07.06	Punto de interruptor simple	pto	6,00	28,52	171,12
07.05	Punto de tomacorriente doble 110 V, Tubo Conduit Emt. 1/2"	pto	13,00	32,86	427,18
07.07	Punto de Tomacorriente 220v	pto	1,00	38,70	38,70

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 26: Presupuesto aplicado propuestas de optimización de costos (Recubrimientos, Carpintería y Piezas sanitarias).

PRESUPUESTO APLICADO PROPUESTAS DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS PARA UNA VIVIENDA MÍNIMA EN CAÑAR					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
08.00	RECUBRIMIENTOS				\$1.810,41
08.01	Piso Flotante AC4 (piso \$23)	m2	41,48	25,37	1.052,35
08.02	Cerámica de piso (cerámica \$10)	m2	16,01	19,67	314,92
08.03	Piso de tejuelo hexagonal alargado artesanal 25x25	m2	15,12	12,00	181,44
08.04	Cerámica de pared (cerámica \$10)	m2	12,81	20,43	261,71
09.00	CARPINTERÍA				\$3.454,79
09.01	Ventanas de madera y vidrio de 4mm en comedor-cocina (150x150cm) (2)	m2	4,50	80,00	360,00
09.02	Ventana de madera y vidrio de 4mm en sala-cocina- habitaciones(80x150cm) (4)	m2	4,80	80,00	384,00
09.03	Ventana de madera y vidrio de 4mm en baño social (45x65cm)	m2	0,29	80,00	23,20
09.04	Ventana de madera y vidrio de 4mm en lavandería (90x153cm)	m2	1,44	80,00	115,20
09.05	Puerta tamborada de madera para habitaciones (90x210cm)	u	2,00	165,00	330,00
09.06	Puerta tamborada de madera para baño y lavadería (75 x 210cm)	u	2,00	160,00	320,00
09.07	Puerta de ingreso principal de madera y vidrio (150x210cm)	u	1,00	170,00	170,00
09.08	Puerta de madera y vidrio corrediza de habitaciones (150x210cm)	u	2,00	180,00	360,00
09.09	Mueble bajo cocina MDP no incluye mesón	ml	4,40	112,79	496,28
09.10	Mesón de granito instalado sobre mueble de cocina (granito \$150 c/m)	ml	4,40	175,00	770,00
09.11	Rastrera de madera e=15mm x 7cm	ml	17,30	7,29	126,12
10.00	PIEZAS SANITARIAS				\$519,90
10.01	Sum+Inst. de Inodoro	u	1,00	93,83	93,83
10.02	Sum+Inst. de lavamanos de pared (con mezcladora)	u	1,00	77,63	77,63
10.03	Sum+Inst. de ducha con mezcladora	u	1,00	65,00	65,00
10.04	Sum+Inst. de fregadero de acero inoxidable pozo doble	u	1,00	191,18	191,18
10.05	Sum+Inst. de mezcladora monomando para fregadero de cocina	u	1,00	92,26	92,26
COSTO TOTAL DE LA VIVIENDA MÍNIMA DE BAHAREQUE					\$22.211,07

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Con base a las propuestas de optimización de costos que fue impartida por arquitectos, constructores y usuarios se logró reducir el costo total de la vivienda mínima de bahareque de \$26.740,49 a \$22.211,07. La vivienda disminuyó \$4.529,42, es decir, el costo de la vivienda mínima se redujo en un 16,94% con propuestas que no afectan la calidad de la construcción, utilizando materiales naturales, artesanales, pero sobre todo sostenibles. De esta manera, la vivienda de bahareque optimizada en sus costos se convierte en una opción económicamente más viable comparado con el sistema constructivo de mampostería confinada con bloques de cemento (Tabla 27). Esta comparación de costos entre el sistema constructivo común y la técnica del bahareque tiene el propósito de que la sociedad de Cañar reflexione sobre el sistema constructivo más conveniente económicamente a la hora de construir una vivienda. Asimismo, se pretende que la población siga construyendo con esta técnica tradicional que presenta muchos beneficios, a parte del tema económico, y seguir manteniendo esta cultura constructiva que es parte de la historia del cantón Cañar.

Figura 86: Perspectiva interior de vivienda aplicada propuestas de optimización



Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Tabla 27: Comparación del presupuesto de la vivienda mínima

COMPARACIÓN DEL PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA MÍNIMA			
RUBROS	ACTIVIDADES PRINCIPALES	SISTEMA CONSTRUCTIVO DE BAHAREQUE (COSTOS OPTIMIZADOS)	SISTEMA CONSTRUCTIVO DE HORMIGÓN
01.00	Obras preliminares	\$319,11	\$319,11
02.00	Cimiento, cadena y contrapiso	\$3.176,91	\$3.176,91
03.00	Estructura y muros	\$6.372,28	\$6.957,19
04.00	Cubierta inclinada a dos aguas	\$4.243,47	\$6.876,61
05.00	Instalaciones sanitarias	\$206,38	\$206,38
06.00	Instalaciones de agua potable	\$823,83	\$823,83
07.00	Instalaciones eléctricas	\$1.283,99	\$1.283,99
08.00	Recubrimientos	\$1.810,41	\$1.810,41
09.00	Carpintería	\$3.454,79	\$3.454,79
10.00	Piezas sanitarias	\$519,90	\$519,90
PRESUPUESTO TOTAL		\$22.211,07	\$25.429,12

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5. Conclusiones

El presente trabajo de investigación ha sido realizado con el objetivo de desarrollar una propuesta de optimización de costos para la vivienda en bahareque en el cantón Cañar. Para esto, se realizó una comparación de costos entre dos sistemas constructivos influyentes en el cantón, por un lado, la técnica tradicional de bahareque y, por el otro lado, el sistema constructivo común de mampostería confinada con bloques de cemento, para posteriormente, elaborar una propuesta de optimización de costos que partan de los análisis de precios unitarios de los diferentes rubros que intervienen en la construcción.

Para este estudio, se realizó una investigación exhaustiva del mercado para la construcción de una vivienda con la técnica del bahareque en el cantón Cañar. Se detalló el proceso constructivo del bahareque con la ayuda de constructores locales que conocen sobre esta técnica tradicional y se investigó los costos de los recursos disponibles en la ciudad de Cañar como los equipos necesarios y los precios de los materiales (tierra, madera, paja de páramo, materiales pétreos, revoques, empañetes etc.). Respecto a los materiales tradicionales de la técnica del bahareque, se dedujo que, casi todos los materiales se consiguen en la ciudad de Cañar, sin embargo, se tuvo inconvenientes con la paja de páramo y con el empañete para los muros. La recolección de la paja de páramo es complicada porque las comunidades que viven por los cerros cuidan estos ecosistemas, no obstante, se puede contratar a un allegado de alguna comunidad para que recolecte este material, el costo de la paja de páramo influye considerablemente en la preparación del barro para embutir y en el revoque. Por otra parte, la elaboración del empañete es compleja porque en la ciudad de Cañar no existe en grandes cantidades la materia prima (guano de caballo). A pesar de estos inconvenientes, el bahareque es un sistema constructivo flexible porque la paja de páramo se puede sustituir por otra fibra vegetal y el empañete se puede conseguir en el cantón Cuenca (empañete preparado) pero se debe considerar su transporte.

Con estos datos, se determinó los aspectos a considerar para la estimación de costos de construcción mediante un análisis de precios unitarios (APUs) que engloba costos de mano de obra, materiales y equipos. Sobre la mano

de obra se concluye que, en la actualidad, existe pocos constructores que conocen y que construyen con técnicas vernaculares. Hoy en día, existe desinterés en seguir construyendo con técnicas tradicionales y, por ende, se pierde el conocimiento de la importancia del mantenimiento y de estrategias constructivas para alargar la vida útil de viviendas de tierra. Respecto a los materiales y el equipo, se concluye que al ser una técnica sencilla de construcción requiere equipos menores y los materiales principales al ser naturales se encuentran en nuestro entorno inmediato, a excepción del empañete preparado y la caña preservada.

Además, se determinó aspectos a considerar para la estimación de costos de mantenimiento y vida útil de la vivienda en bahareque. Cabe recalcar que el mantenimiento periódico de una vivienda tradicional está estrechamente ligada a su vida útil. Por esta razón, con base en el documento *Cartillas para el mantenimiento de edificios de valor patrimonial. "Hágalo usted mismo"*, se estimó costos referenciales para un mantenimiento periódico de viviendas tradicionales. Se deduce que estas prácticas brindadas por las cartillas de mantenimiento son sencillas y con un costo accesible, que lo puede realizar el mismo propietario de la vivienda, reduciendo costos de mano de obra. Sin embargo, Astudillo et al. (2017) recomienda contratar a un técnico y/o mano de obra especializada cuando no pueda ser reparado por el propietario, con la finalidad de proteger su inversión y evitar volver a reparar a corto plazo o incluso profundizar los problemas.

Por otro lado, se analizó de manera comparativa el presupuesto de una vivienda mínima proyectada en bahareque con respecto a la misma vivienda planeada con el sistema constructivo de mampostería confinada con bloque de cemento. Se concluyó que construir con la técnica de bahareque cuesta **\$26.740,49** y edificar con el sistema constructivo de hormigón vale **\$25.429,12**. La diferencia de costos entre estos dos sistemas constructivos es de \$1.311,37 y este valor representa el 5,16% con respecto al costo total de la vivienda de mampostería confinada. Hay que considerar que el margen de error en la estimación de costos de una vivienda suele ser de $\pm 5\%$, por lo que se deduce que construir una vivienda mínima con la técnica del bahareque cuesta más que construir la misma vivienda con mampostería confinada con bloque de cemento.

Sin embargo, analizando detalladamente, la técnica de bahareque resultó

más costosa que el sistema de mampostería confinada en los rubros de la estructura principal, en la conformación de los muros, en el empañetado y el pintado. Una de las razones por la que la técnica del bahareque es más caro en la estructura y en la conformación de los muros fue por el uso en gran medida de la madera ya que cumple una función importante en la conformación de los muros debido a que todos sus componentes (soleras, columnas, pies derechos, cruces de San Andrés, trinquetes, medianeras, barras) aportan a tener calidad estructural y flexibilidad ante diversos esfuerzos, siendo técnicas sísmos resistentes. Con respecto al empañetado de muros, fue más costoso que el empastado de paredes porque se considera su transporte desde la ciudad de Cuenca a Cañar y su preparación. Asimismo, el pintado de muros resultó más costoso debido a que en la técnica del bahareque se consideró el costo de la lechada de cal, que sirve como material base para luego aplicar una pintura hidrorrepelente, que tiene la propiedad de dejar transpirar al muro de tierra, pero cuesta más que las pinturas convencionales. Además, se debe contemplar el precio adicional de la construcción del zócalo de piedra bola que ayudará a preservar mejor a los muros de la vivienda de bahareque. No obstante, el revocado de muros resultó un poco más barato que el enlucido de paredes.

Gracias a las propuestas recopiladas de arquitectos, constructores y usuarios para optimizar costos en la construcción de la vivienda mínima en bahareque sin afectar la calidad de la construcción, utilizando estrategias sostenibles como materiales naturales, promoviendo la compra de materiales artesanales antes que los industriales e impulsando la economía local o regional se pudo optimizar los costos de la vivienda en un 16,94%, es decir, la vivienda tradicional de bahareque en un inicio tuvo un costo referencial de \$26.740,49, pero al optimizar costos en la construcción se redujo el precio a \$22.211,07. Las propuestas que optimizaron costos fueron: el zócalo de piedra laja, el uso de retazos o residuos de madera para el entramado de los muros, el embutido de barro con viruta, el revocado con barro y pinocha, el acabado de empañete que también sirve como pintura y la instalación de tableros OSB en la cubierta sustituyendo el entablonado de madera. De esta manera, el costo total de la vivienda se convierte en una opción económicamente viable o más atractiva en el mercado de la construcción en la ciudad de Cañar. Además, la técnica del bahareque es una alternativa sostenible a comparación del sistema convencional de hormigón.

Asimismo, se conoció estrategias de optimización de costos de mantenimiento y vida útil de una vivienda en bahareque, y se concluyó que para reducir costos a futuro en el mantenimiento y para alargar el ciclo de vida de la vivienda es indispensable que la edificación se construya eficientemente. Algunas estrategias son: la construcción de un sobrecimiento o un revestimiento pétreo que proteja al muro de la humedad y de las salpicaduras que causan las lluvias, la calidad de la madera y uniones adecuadas en la estructura y una apropiada longitud de alero que proteja al muro de los factores climáticos. En pocas palabras, y de manera metafórica, se puede deducir que la vivienda de bahareque debe tener unas buenas botas (cimiento-sobrecimiento) y un buen sombrero (cubierta) para tener un alargado ciclo de vida.

El presente trabajo de investigación es un gran aporte para la sociedad del cantón Cañar ya que son escasas las investigaciones sobre el mercado de precios y sobre los recursos necesarios para construir una vivienda con técnicas tradicionales como el bahareque. Con esta investigación, la población tendrá información sobre los costos aproximados de la construcción y mantenimiento de una vivienda proyectada con la técnica del bahareque y otra con el sistema constructivo común de hormigón, pero sobre todo, tendrán propuestas de optimización de los mismos, con lo cual se pretende impulsar el uso de los sistemas constructivos tradicionales como el bahareque con el fin de seguir manteniendo esta técnica sostenible que ha sido parte de la historia del cantón Cañar. Además, se pretende que no desaparezca saberes ancestrales, técnicas, prácticas culturales y simbólicas que se han transmitido de generación en generación para construir viviendas.

Recomendaciones

Para optimizar costos en una vivienda de bahareque en el cantón Cañar de una manera sostenible se debe utilizar recursos naturales que brinda el entorno como la tierra, la madera, la pinocha, piedras, ramas de eucalipto o pino. También se recomienda reciclar materiales como retazos o residuos de madera y la viruta, estos materiales son gratuitos o tienen un costo mínimo.

Los acabados de una vivienda de bahareque como el empañetado y el pintado de muros generalmente tienen un costo alto, por esta razón se recomienda aplicar un empañete preparado que ofrece 3 tonos de distintos colores: crema, rojo y café. Este empañete preparado debe mezclarse con agua y un poco de resina para obtener un acabado liso, sin trizaduras y con cualidades impermeables.

Se recomienda seguir construyendo con la técnica del bahareque porque es un sistema constructivo sencillo y económicamente accesible y tratar de utilizar menos el hormigón. Si bien es cierto que los sistemas constructivos a base de hormigón proporcionan grandes ventajas en resistencia y durabilidad y por lo tanto son óptimos para construir cimentaciones, sin embargo, en la construcción de muros hay que disminuir el consumo de hormigón y optar por otras alternativas como la técnica de bahareque que cumple con los principios de sostenibilidad propuestos por el proyecto Versus que emanan de los campos medioambientales, socio-culturales y socio-económicos.

Por último, se recomienda seguir investigando los costos referenciales de los diferentes recursos (humanos, materiales, tecnológicos) para construir viviendas aplicando otros sistemas constructivos tradicionales en el Ecuador como el adobe y el tapial, con el objetivo de fomentar la construcción con estas técnicas tradicionales y evitar que desaparezcan.

V. Anexos

Anexo A: APU Zócalo de piedra bola.

RUBRO: 03.01		UNIDAD:		m3	
ESPECIFICACIÓN: Zócalo de piedra bola h=20cm (Hormigón ciclópeo: 40% piedra bola, F'c=180kg/cm2, incluye encofrado)		RENDIMIENTO: 1,05 horas/m3			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor 5% M/O					0,45
Concretera 1 saco	Hora	1	3,13	1,05	3,29
SUBTOTAL M					\$3,74
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	1,05	4,25
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	1,05	4,31
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,105	0,48
SUBTOTAL N					\$9,04
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Piedra bola, diametro=10-20cm	m3	0,40	22,50	9,00	
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg	saco	4,02	7,75	31,16	
Arena	m3	0,39	22,00	8,58	
Ripio	m3	0,57	24,00	13,68	
Agua	m3	0,14	0,45	0,06	
Tabla de encofrado de 0.25 m	u	17,03	2,80	47,68	
Tiras de eucalipto 4x5cm	u	5,96	1,25	7,45	
Clavos 2"	lb	0,73	0,97	0,71	
SUBTOTAL O					\$118,32
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$131,10

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo B: APU Soleras superiores e inferiores de eucalipto.

RUBRO: 03.02		UNIDAD:		ml	
ESPECIFICACIÓN: Soleras superiores e inferiores de eucalipto ø= 16-15 cm (provisión y montaje)		RENDIMIENTO: 0,57 horas/ml			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor de carpintería	Hora	1	0,25	0,57	0,14
Motosierra pequeña (Ingco)	Hora	1	0,16	0,57	0,09
SUBTOTAL M					\$0,23
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,57	2,309
Carpintero (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,57	2,34
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,057	0,26
SUBTOTAL N					\$4,91
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Vigas de eucalipto ø= 16-15 cm	ml	1	3,50	3,50	
Maderol para la preservación de la madera	lt	0,064	5,85	0,37	
Clavos 3"	lb	0,02	1,18	0,02	
SUBTOTAL O					\$3,89
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$9,03

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo C: APU Columnas de eucalipto.

RUBRO: 03.03				UNIDAD:	ml
ESPECIFICACIÓN: Columnas de eucalipto ø= 16-15 cm (provision y montaje)				RENDIMIENTO:	0,54 horas/ml
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor de carpintería	Hora	1	0,25	0,54	0,14
Motosierra pequeña (Ingco)	Hora	1	0,16	0,54	0,09
SUBTOTAL M					\$0,23
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,54	2,19
Carpintero (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,54	2,21
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,054	0,25
SUBTOTAL N					\$4,65
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Columnas de eucalipto ø= 16-15 cm	ml	1	3,50	3,50	
Maderol para la preservación de la madera	lt	0,064	5,85	0,37	
Clavos 3"	lb	0,032	1,18	0,04	
SUBTOTAL O					\$3,91
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$8,79

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo D: APU Pies derechos de eucalipto.

RUBRO: 03.04				UNIDAD:	ml
ESPECIFICACIÓN: Pies derechos. Pingos de eucalipto ø= 12 cm (provision y montaje)				RENDIMIENTO:	0,43 horas/ml
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor de carpintería	Hora	1	0,25	0,43	0,11
Motosierra pequeña (Ingco)	Hora	1	0,16	0,43	0,07
SUBTOTAL M					\$0,18
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,43	1,74
Carpintero (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,43	1,76
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,043	0,2
SUBTOTAL N					\$3,70
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Pingos de eucalipto ø= 12cm. Pie derechos	ml	1	2,00	2,00	
Maderol para la preservación de la madera	lt	0,048	5,85	0,28	
Clavos 2 1/2"	lb	0,029	1,04	0,03	
SUBTOTAL O					\$2,31
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$6,19

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo E: APU Cruz de San Andrés de eucalipto.

RUBRO: 03.05				UNIDAD:	ml
ESPECIFICACIÓN: Cruz de San Andrés. Pingos de eucalipto ø=12cm (provision y montaje)				RENDIMIENTO:	0,47 horas/ml
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor de carpintería	Hora	1	0,25	0,47	0,12
Motosierra pequeña (Ingco)	Hora	1	0,16	0,47	0,08
SUBTOTAL M					\$0,19
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,47	1,9
Carpintero (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,47	1,93
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,047	0,21
SUBTOTAL N					\$4,04
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Pingos de eucalipto ø= 12cm	ml	1	2,00	2,00	
Maderol para la preservación de la madera	lt	0,048	5,85	0,28	
Clavos 2 1/2"	lb	0,025	1,04	0,03	
SUBTOTAL O					\$2,31
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$6,54

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo F: APU Estructuras de puertas, ventanas, trinquetes y medianeras de eucalipto.

RUBRO: 03.06				UNIDAD:	ml
ESPECIFICACIÓN: Estructuras de puertas, ventanas, trinquetes y medianeras. Pingos de eucalipto ø=10cm (provision y montaje)				RENDIMIENTO:	0,36 horas/ml
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor de carpintería	Hora	1	0,25	0,36	0,09
SUBTOTAL M					\$0,09
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,36	1,46
Carpintero (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,36	1,48
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,036	0,16
SUBTOTAL N					\$3,10
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Pingos de eucalipto ø= 10cm	ml	1	1,50	1,50	
Maderol para la preservación de la madera	lt	0,040	5,85	0,23	
Clavos 2"	lb	0,024	0,97	0,02	
SUBTOTAL O					\$1,75
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$4,94

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo G: APU Barras de eucalipto.

RUBRO: 03.07					UNIDAD:	ml
ESPECIFICACIÓN: Barras. Pingos de eucalipto ø=7cm (provision y montaje)					RENDIMIENTO: 0,25 horas/ml	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO - HORA B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor de carpintería	Hora	1	0,25	0,25	0,06	
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,25	0,05	
SUBTOTAL M					\$0,11	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,25	1,01	
Carpintero (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,25	1,03	
SUBTOTAL N					\$2,04	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Pingos de eucalipto ø= 7cm	ml	1	1,20	1,20		
Mderol para la preservación de la madera	lt	0,03	5,85	0,18		
Clavos 2"	lb	0,017	0,97	0,02		
SUBTOTAL O					\$1,40	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$3,55	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo H: APU Caña.

RUBRO: 03.08					UNIDAD:	u
ESPECIFICACIÓN: Caña (provision y montaje)					RENDIMIENTO: 0,45 horas/u	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor de carpintería	Hora	1	0,25	0,45	0,11	
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,45	0,09	
SUBTOTAL M					\$0,20	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,45	1,82	
Carpintero (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,45	1,85	
SUBTOTAL N					\$3,67	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Caña preservada de 6m	u	1	11,00	11,00		
Clavos 1 1/2"	lb	0,14	0,70	0,10		
SUBTOTAL O					\$11,10	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$14,97	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Es importante describir el desarrollo de los análisis de precios unitarios (APUs) que incluyen a la tierra. Por esta razón, para realizar el APU del rubro de “Embutido de barro con paja en los muros” es necesario desglosar actividades como la preparación del barro para que pase por el proceso de pudrición o dormido, por lo menos 48 horas. Después se debe volver a batir el barro añadiéndole paja, para finalmente, embutirlo en los muros.

De igual manera, para realizar el APU de "Revoque de muros", se debe considerar las actividades de preparación del barro de revoque para que pase por el proceso de dormido, por lo menos 48 horas. Después se vuelve a batir añadiéndole paja y melaza, es importante mencionar que el revoque debe llevar más cantidad de paja. Luego se procede a revocar los muros.

Para estos rubros, la tierra a utilizarse será de otra zona, esta tierra debe ser verificada con las sencillas pruebas de campo mencionadas que asegurarán que la tierra es apta para la construcción. El costo de la tierra incluye la extracción y el transporte al terreno. Como ya se mencionó, un operador de maquinaria de retroexcavadora cobra \$25 la hora y generalmente una volqueta con un volumen de 8m³ cobra \$75 por transportar la tierra con una distancia máxima de alrededor de 8 km. El costo total de la tierra es de \$100 por 8m³, por lo que 1m³ de tierra se considera \$12,50.

Para las cantidades de los materiales para el embutido y el revocado de muros se dialogó con mano de obra local que saben sobre la técnica del bahareque, ellos son: Manuel María Aguayza, Simón Campoverde y Antonio Morocho. Con la mano de obra local se calculó las cantidades aproximadas de los materiales analizando cuanto material se ocupa para conformar un muro de 0.20x2.50x3.00m (Figuras 86 y 87).

En el rubro de “Empaquete de muros” se debe considerar un costo aproximado del transporte del empaquete preparado desde la ciudad de Cuenca a la ciudad de Cañar. El transporte se realizará en vehículo propio y se considera un gasto de \$20,00 en combustible por transportar 35 glns de empaquete preparado, que será el número de galones para empaquetar toda la vivienda. El costo del galón de empaquete preparado es de \$4,50 y se le adiciona el gasto del transporte que será 0,57 ctvs por cada galón, por lo tanto cada galón cuesta \$5,07. Además, se le debe añadir en cantidades mínimas una resina que ayudará a tener mejores cualidades de impermeabilización y

evitará trizaduras. La cantidad recomendable es que por cada galón de empaquete preparado se añada 0,06 lt de resina (resaflex), que equivale a la cuarta parte de un vaso (250ml). El galón de empaquete con resina rinde aproximadamente 6m².

Anexo I: Cantidades de materiales para un metro cúbico de barro para embutir

$V = 1.5 \text{ m}^3$
 • Tierra blanca
 \rightarrow Una carretilla contiene 0.17 m^3 de tierra
 $12 \text{ carretillas} \times 0.17 \text{ m}^3 = 2.04 \text{ m}^3$ de tierra
 $2.04 \text{ m}^3 / 1.5 \text{ m}^3 = 1.36 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}$
 • Paja
 $0.9 \text{ m}^3 / 1.5 \text{ m}^3 = 0.6 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}$
 • Agua
 $0.2 \text{ m}^3 / 1.5 \text{ m}^3 = 0.13 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}$
 Se considera más desperdicio que el sistema de hormigón

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo J: Cantidades de materiales para un metro cúbico de barro para revocar

$V = 3 \times 2,5 \times 0,05$
 $V = 0,38 \text{ m}^3$

- Tierra blanca tamizada
 ↳ una carretilla contiene $0,17 \text{ m}^3$ de tierra
 $3,5 \text{ carretillas} \times 0,17 \text{ m}^3 = 0,60 \text{ m}^3$ de tierra
 $0,60 \text{ m}^3 / 0,38 \text{ m}^3 = 1,58 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}$
- Paja
 $0,6 \text{ mula} / 0,38 \text{ m}^3 = 1,58 \frac{\text{mula}}{\text{m}^3}$
- Agua
 $0,2 \text{ m}^3 / 0,38 \text{ m}^3 = 0,53 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}$
- Melaza
 $0,2 \text{ gln} / 0,38 \text{ m}^3 = 0,53 \frac{\text{gln}}{\text{m}^3}$

Se considera más desperdicio que el sistema de hormigón

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo K: APU Batido del barro para el embutido

RUBRO:		UNIDAD:				m3
ESPECIFICACIÓN: Batido del barro para el embutido (sin maquinaria) para proceder al "dormido" del barro		RENDIMIENTO: 0,57 horas/m3				
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*D	
Herramienta menor 5% M/O					0,35	
SUBTOTAL M					\$0,35	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	3	4,05	12,15	0,57	6,93	
SUBTOTAL N					\$6,93	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B		COSTO C=A*B	
Tierra blanca (Incluye extracción y transporte)	m3	1,36	12,50		17,00	
Agua	m3	0,13	0,45		0,06	
SUBTOTAL O					\$17,06	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$24,34	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo L: APU Preparación del barro con paja.

RUBRO:		UNIDAD:				m3
ESPECIFICACIÓN: Preparación del barro con paja (batido de barro sin maquinaria)		RENDIMIENTO: 0,67 horas/m3				
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*D	
Herramienta menor 5% M/O					0,42	
SUBTOTAL M					\$0,42	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	3	4,05	12,15	0,67	8,14	
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	0,1	4,55	0,46	0,67	0,30	
SUBTOTAL N					\$8,44	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B		COSTO C=A*B	
Barro (después de su proceso de "dormido")	m3	1,00	24,34		24,34	
Paja de páramo	mula	0,6	25,00		15,00	
SUBTOTAL O					\$39,34	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$48,20	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo M: APU Embutido de barro con paja en los muros.

RUBRO: 03.09		UNIDAD:				m2
ESPECIFICACIÓN: Embutido de barro en muro de 16cm de espesor (con paja)		RENDIMIENTO: 0,25 horas/m2				
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,15	
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,25	0,05	
SUBTOTAL M					\$0,20	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	2	4,05	8,10	0,25	2,03	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,25	1,03	
SUBTOTAL N					\$3,06	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B		COSTO C=A*B	
Barro preparado (con paja)	m3	0,16	48,20		7,71	
SUBTOTAL O					\$7,71	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$10,97	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo N: APU Batido del barro para el revocado

RUBRO:					UNIDAD:	m3
ESPECIFICACIÓN: Batido del barro para el revoque (sin maquinaria) para proceder al "dormido" del barro					RENDIMIENTO: 0,44 horas/m3	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,27	
SUBTOTAL M					\$0,27	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	3	4,05	12,15	0,44	5,35	
SUBTOTAL N					\$5,35	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Tierra blanca tamizada	m3	1,58	12,50	19,75		
Agua	m3	0,53	0,45	0,24		
SUBTOTAL O					\$19,99	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$25,61	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo O: APU Preparación del revoque.

RUBRO:					UNIDAD:	m3
ESPECIFICACIÓN: Preparación del revoque (sin maquinaria)					RENDIMIENTO: 0,50 horas/m3	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,32	
SUBTOTAL M					\$0,32	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	3	4,05	12,15	0,50	6,08	
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,05	0,23	
SUBTOTAL N					\$6,31	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Barro para revoque (después de su proceso de "dormido")	m3	1,00	25,61	25,61		
Paja de páramo	mula	1,58	25,00	39,50		
Melaza	gln	0,53	12,50	6,63		
SUBTOTAL O					\$71,74	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$78,37	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo P: APU Revoque de muros.

RUBRO: 03.10					UNIDAD:	m2
ESPECIFICACIÓN: Revoque de muros incluido los filos, e= 5cm (se considera desperdicio)					RENDIMIENTO: 0,50 horas/m2	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,22	
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,50	0,05	
SUBTOTAL M					\$0,27	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,50	2,03	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,50	2,05	
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,05	0,23	
SUBTOTAL N					\$4,31	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Revoque preparado (con paja)	m3	0,05	78,37	3,92		
SUBTOTAL O					\$3,92	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$8,50	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo Q: APU Preparación del empañete.

RUBRO:					UNIDAD:	gln
ESPECIFICACIÓN: Preparación del empañete con resina					RENDIMIENTO: 0.04 horas/gln	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,01	
SUBTOTAL M					\$0,01	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,04	0,16	
SUBTOTAL N					\$0,16	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Empañete preparado (Incluye transporte)	gln	1,00	5,07	5,07		
Resina (Resenflex)	lt	0,06	7,25	0,44		
SUBTOTAL O					\$5,51	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$5,68	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo R: APU Empaquetado de muros.

RUBRO: 03.11					UNIDAD:	m2
ESPECIFICACIÓN: Empaquetado de muros					RENDIMIENTO: 0,30 horas/m2	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,13	
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,30	0,06	
SUBTOTAL M					\$0,19	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,30	1,22	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,30	1,23	
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,03	0,14	
SUBTOTAL N					\$2,59	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Empaquete preparado con resina	glns	0,18	5,68	1,02		
SUBTOTAL O					\$1,02	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$3,80	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo S: APU Preparación de lechada de cal.

RUBRO:					UNIDAD:	caneca
ESPECIFICACIÓN: Preparación de lechada de cal					RENDIMIENTO: 0,14 horas/caneca	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,03	
SUBTOTAL M					\$0,03	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,14	0,57	
SUBTOTAL N					\$0,57	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Cal común	kg	6	0,45	2,70		
Sal	kg	1,2	0,50	0,60		
Agua	m3	0,019	0,45	0,01		
SUBTOTAL O					\$3,30	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$3,90	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo T: APU Lechada de cal en los muros.

RUBRO: 03.12					UNIDAD:	m2
ESPECIFICACIÓN: Lechada de cal en los muros. Fondo para muros.					RENDIMIENTO: 0,15 horas/m2	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,06	
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,15	0,03	
SUBTOTAL M					\$0,09	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,15	0,61	
Pintor (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,15	0,62	
SUBTOTAL N					\$1,23	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Lechada de cal preparada	Caneca	0,01	3,90	0,04		
SUBTOTAL O					\$0,04	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$1,36	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo U: APU Pintura exterior e interior hidrorrepelente.

RUBRO: 03.13					UNIDAD:	m2
ESPECIFICACIÓN: Pintura exterior e interior a base de agua. (Koraza sol y lluvia/anti hongos, Hidrorrepelente)					RENDIMIENTO: 0,20 horas/m2	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,08	
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,20	0,04	
SUBTOTAL M					\$0,12	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,20	0,81	
Pintor (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,20	0,82	
SUBTOTAL N					\$1,63	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Koraza sol y lluvia/anti hongos	gln	0,05	34,00	1,70		
SUBTOTAL O					\$1,70	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$3,45	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Análisis de precios unitarios de la mampostería confinada con bloque de hormigón

Anexo V: APU Sum.+Instal. de columnas electrosoldadas V1.

RUBRO: 03.01					UNIDAD:	ml	
ESPECIFICACIÓN: Sum. + Instal. Columnas electrosoldadas V1 (4Φ7mm / E Φ 4@15cm)					RENDIMIENTO:		
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C		
SUBTOTAL M							-
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R		
SUBTOTAL N							-
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B			
Viga electrosoldada V1 (10x10 - 4x7mm)	u	0,154	23,50	3,62			
Corte, figurado y colocación de hierro en varillas (Inc. Equipo, mano de obra y transporte)	kg	2,73	0,43	1,17			
SUBTOTAL O							\$4,79
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C		
SUBTOTAL P							-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$4,79	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo W: APU Hormigón simple F'c=210kg/cm2 para columnas.

RUBRO: 03.02					UNIDAD:	m3	
ESPECIFICACIÓN: Hormigón Simple f'c=210 kg/cm² (en concretera) para columnas 15x15cm. Incluye encofrado de madera.					RENDIMIENTO: 1,25 horas/m3		
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C		
Herramienta menor 5% M/O					0,79		
Vibrador de manguera	Hora	1	2,5	1,25	3,125		
Concretera 1 saco	Hora	1	3,12	1,25	3,9		
SUBTOTAL M							\$7,82
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R		
Peón (Est. Ocup. E2)	2	4,05	8,10	1,25	10,13		
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	1,25	5,125		
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,125	0,57		
SUBTOTAL N							\$15,83
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B			
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50kg	saco	7,21	7,75	55,88			
Arena	m3	0,65	22,00	14,3			
Ripio	m3	0,95	24,00	22,8			
Agua	m3	0,22	0,45	0,10			
Tabla de encofrado 0,20m	u	32,6	2,80	91,28			
Tira de eucalipto 4x5 cm	u	17,38	1,25	21,73			
Clavos 2"	lb	3,37	0,97	3,27			
Alambre de amarre negro #18 (20kg)	kg	12	1,56	18,72			
Aceite quemado	gln	2,12	0,60	1,27			
SUBTOTAL O							\$229,35
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C		
SUBTOTAL P							-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$252,99	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo Y: APU Hormigón simple F'c=210kg/cm2 para vigas.

RUBRO: 03.04					UNIDAD:	m3	
ESPECIFICACIÓN: Hormigón Simple f'c=210 kg/cm² (en concretera) para vigas 15x15cm. Incluye encofrado					RENDIMIENTO: 1,25 horas/m3		
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C		
Herramienta menor 5% M/O					0,79		
Vibrador de manguera	Hora	1	2,5	1,25	3,125		
Concretera 1 saco	Hora	1	3,12	1,25	3,9		
Andamio metálico (módulo)	Hora	2	0,10	1,25	0,25		
SUBTOTAL M							\$8,07
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R		
Peón (Est. Ocup. E2)	2	4,05	8,10	1,25	10,13		
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	1,25	5,125		
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,125	0,57		
SUBTOTAL N							\$15,83
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B			
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50kg	saco	7,21	7,75	55,88			
Arena	m3	0,65	22,00	14,3			
Ripio	m3	0,95	24,00	22,8			
Agua	m3	0,22	0,45	0,10			
Tabla de encofrado 0,20m	u	16,67	2,80	46,68			
Tira de eucalipto 4x5 cm	u	11,66	1,25	14,58			
Clavos 2"	lb	1,44	0,97	1,4			
Alambre de amarre negro #18 (20kg)	kg	5	1,56	7,8			
Aceite quemado	gln	2,12	0,60	1,27			
SUBTOTAL O							\$164,81
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C		
SUBTOTAL P							-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$188,70	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo X: APU Sum.+Instal. de vigas electrosoldadas V1.

RUBRO: 03.03					UNIDAD:	ml	
ESPECIFICACIÓN: Sum. + Instal. Vigas electrosoldadas V1 (4Φ7mm / E Φ 4@15cm)					RENDIMIENTO:		
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C		
SUBTOTAL M							-
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R		
SUBTOTAL N							-
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B			
Viga electrosoldada V1 (10x10 - 4x7mm)	u	0,154	23,50	3,62			
Corte, figurado y colocación de hierro en varillas (Inc. Equipo, mano de obra y transporte)	kg	2,73	0,43	1,17			
SUBTOTAL O							\$4,79
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C		
SUBTOTAL P							-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						\$4,79	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo Z: APU Mampostería de bloque de hormigón.

RUBRO: 03.05		UNIDAD:		m2	
ESPECIFICACIÓN: Mampostería de bloque de hormigón 15x20x40cm, mortero 1:3		RENDIMIENTO: 1,11 horas/m2			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor 5% M/O					0,48
Andamio metálico	Hora	1	0,10	1,11	0,11
SUBTOTAL M					\$0,59
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Ayudante de Albañil (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	1,11	4,50
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	1,11	4,55
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,111	0,51
SUBTOTAL N					\$9,56
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Bloque de Hormigón de 15x20x40 cm	u	13	0,51	6,63	
Mortero de cemento : arena = 1:3, producción en máquina	m3	0,026	136,87	3,56	
SUBTOTAL O					\$10,19
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$20,34

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo AA: APU Dinteles en puertas y ventanas.

RUBRO: 03.06		UNIDAD:		ml	
ESPECIFICACIÓN: Dinteles en puertas y ventanas		RENDIMIENTO: 0,57 horas/ml			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor 5% M/O					0,25
SUBTOTAL M					\$0,25
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Ayudante de Albañil (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,57	2,309
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,57	2,337
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,06	0,27
SUBTOTAL N					\$4,92
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas de 8 a 16 mm	kg	1,720	1,81	3,11	
Encofrado de losas planas. Desencofrado a los 15 días. 2 usos por mes	m2	0,150	23,55	3,53	
Mortero de cemento : arena = 1:3, producción en máquina	m3	0,012	136,87	1,64	
SUBTOTAL O					\$8,28
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$13,45

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo BB: APU Enlucido recto manual.

RUBRO: 03.07		UNIDAD:		m2	
ESPECIFICACIÓN: Enlucido recto manual con mortero 1:3. (e=1.5 cm / Interior-Exterior)		RENDIMIENTO: 0,63 horas/m2			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor 5% M/O					0,27
Andamios metálicos	Hora	1	0,10	0,63	0,063
SUBTOTAL M					\$0,33
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Ayudante de Albañil (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,63	2,55
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,63	2,58
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,063	0,29
SUBTOTAL N					\$5,42
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Mortero de cemento : arena = 1:3, producción en máquina	m3	0,015	136,87	2,05	
SUBTOTAL O					\$2,05
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$7,80

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo CC: APU Dinteles en puertas y ventanas.

RUBRO: 03.08		UNIDAD:		ml	
ESPECIFICACIÓN: Enlucido de filos con mortero 1:3		RENDIMIENTO: 0,20 horas/ml			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor 5% M/O					0,09
SUBTOTAL M					\$0,09
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Ayudante de Albañil (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,2	0,81
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,2	0,82
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,02	0,09
SUBTOTAL N					\$1,72
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Mortero de cemento : arena = 1:3, producción en máquina	m3	0,009	136,87	1,23	
SUBTOTAL O					\$1,23
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$3,04

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo DD: APU Empastado interior.

RUBRO: 03.09					UNIDAD:	m2
ESPECIFICACIÓN: Empastado interior de paredes					RENDIMIENTO: 0,25 horas/m2	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,11	
Andamios metálicos	Hora	1	0,10	0,25	0,03	
SUBTOTAL M					\$0,14	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,25	1,01	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,25	1,03	
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,025	0,11	
SUBTOTAL N					\$2,15	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Resina y empaste para interior 20kg	saco	0,07	9,60	0,67		
SUBTOTAL O					\$0,67	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$2,96	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo EE: APU Empastado exterior.

RUBRO: 03.10					UNIDAD:	m2
ESPECIFICACIÓN: Empastado exterior de paredes					RENDIMIENTO: 0,29 horas/m2	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,12	
Andamios metálicos	Hora	1	0,10	0,29	0,03	
SUBTOTAL M					\$0,15	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,29	1,17	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,29	1,19	
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,55	4,55	0,029	0,13	
SUBTOTAL N					\$2,49	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Resina y empaste para exterior 20kg	saco	0,07	23,25	1,63		
SUBTOTAL O					\$1,63	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
-						
SUBTOTAL P					\$0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$4,27	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo FF: APU Pintura interior y exterior.

RUBRO: 03.11					UNIDAD:	m2
ESPECIFICACIÓN: Pintura interior y exterior, acabado mate.					RENDIMIENTO: 0,20 horas/m2	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,08	
Andamios metálicos	Hora	1	0,10	0,2	0,02	
SUBTOTAL M					\$0,10	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,2	0,81	
Pintor (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,2	0,82	
SUBTOTAL N					\$1,63	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Pintura Tintas Clinjer (Latex vinil acrílico, acabado mate)	gln	0,04	25,00	1,00		
SUBTOTAL O					\$1,00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$2,73	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Análisis de precios unitarios de los rubros que optimizarán los costos de la vivienda de bahareque

Anexo GG: APU Zócalo de piedra laja

RUBRO: 03.01		UNIDAD: m2			
ESPECIFICACIÓN: Zócalo de piedra laja h=20cm (con mortero de cemento, cal y arena)		RENDIMIENTO: 0,5 horas/m2			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor 5% M/O					0,20
SUBTOTAL M					\$0,20
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,50	2,03
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,50	2,05
SUBTOTAL N					\$4,08
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Piedra laja	m2	1,00	12,00	12,00	
Mortero de cemento, cal y arena	m3	0,03	94,41	2,83	
SUBTOTAL O					\$14,83
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$19,11

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Para realizar el APU “Entramado de retazos de madera” se investigó el precio de estos residuos en los diferentes aserríos. Algunos dueños de los aserríos regalan estos retazos y otros lo venden. Un cúmulo de retazos de madera se puede conseguir a un precio que rodea los \$5,00 - \$7,00. Al valor del cúmulo se le añade el precio del transporte hasta el terreno, el valor promedio de una camioneta para transportar este cúmulo es de \$6,00 ya que son distancias cortas al ubicarse los aserríos en la misma ciudad. El costo total del cúmulo de retazos de madera y su transporte se considera \$11,00. Un cúmulo del tamaño del "Anexo 34" rinde aproximadamente 30m².

Anexo HH: Cúmulo de retazos de madera en aserrío de la ciudad de Cañar



Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo II: APU Entramado de retazos de madera

RUBRO: 03.08		UNIDAD: m2			
ESPECIFICACIÓN: Entramado de retazos o residuos de madera en los muros (provision y montaje)		RENDIMIENTO: 0,18 horas/m2			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C
Herramienta menor de carpintería	Hora	1	0,25	0,18	0,04
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,18	0,04
SUBTOTAL M					\$0,08
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,18	0,73
Carpintero (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,18	0,74
SUBTOTAL N					\$1,47
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Retazos de madera obtenidos de aserríos (Incluye transporte)	cúmulo	0,03	11,00	0,33	
Clavos 1 1/2"	lb	0,075	0,70	0,05	
SUBTOTAL O					\$0,38
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$1,93

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

En el rubro de “Embutido de barro con viruta en muro de 16cm de espesor”, se considera el costo del saco de viruta y su transporte hacia el terreno. El saco de viruta cuesta \$0,75 y para el embutido de toda la casa se necesita 35 sacos de viruta. Un camión cobra \$30,00 por transportar los 35 sacos de viruta (distancia corta), es decir, el costo del transporte de cada saco cuesta \$0.86. El valor total del saco de viruta incluido el transporte se considera \$1,61.

Para el rubro de "Revoque de barro y pinocha en muros", se contempla la recolección de la pinocha y su transporte. Recolectar un saco de pinocha vale \$1,02 y para revocar toda la vivienda se necesita 33 sacos de pinocha. Un camión cobra \$40,00 por trasladar los 33 sacos de pinocha (distancia aproximada de 7km), por lo tanto, el costo del transporte de cada saco de pinocha es \$1,21. El precio total de un saco de pinocha incluido su recolección y transporte se considera \$2,23.

En el empañetado de los muros, se usó un empañete preparado que lo comercializa el Sr. Alberto Lazo a \$25,00 el saco de 25kg. A este valor se le añade un costo aproximado del transporte, el traslado se realizará en vehículo propio y se considera un gasto de \$20,00 en combustible por transportar 8 sacos de empañete preparado desde la parroquia de Tarqui a la ciudad de Cañar, los 8 sacos servirán para empañetar toda la vivienda. El valor del transporte de cada saco es de \$2,50 y el costo total de cada saco incluido el transporte es de \$27,50. El saco de empañete se mezcla con agua y con un vaso (250ml) de resina (Resaflex) para generar un acabado liso, sin trizaduras y con cualidades impermeables. Esta mezcla da como resultado una caneca de empañete que también sirve como acabado final (pintura color crema). La caneca rinde aproximadamente 25 a 30 m².

Para las cantidades de los materiales en los rubros del embutido y el revoque se realizó con la ayuda de la mano de obra local mencionadas anteriormente y para las cantidades de materiales en el empañete se hizo con el apoyo del arquitecto Pablo Cardoso.

Anexo JJ: APU Preparación del barro con viruta para embutir.

RUBRO:					UNIDAD:	m3
ESPECIFICACIÓN: Preparación del barro con viruta para embutir (batido de barro sin maquinaria)					RENDIMIENTO: 0,67 horas/m3	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,42	
SUBTOTAL M					\$0,42	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	3	4,05	12,15	0,67	8,14	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,067	0,27	
SUBTOTAL N					\$8,41	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Barro para embutido (después de su proceso de "dormido")	m3	1	24,34	24,34		
Viruta (incluye transporte)	saco	2	1,61	3,22		
SUBTOTAL O					\$27,56	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$36,39	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo KK: APU Embutido de barro con viruta en muros.

RUBRO: 03.09					UNIDAD:	m2
ESPECIFICACIÓN: Embutido de barro con viruta en muro de 16cm de espesor					RENDIMIENTO: 0,30 horas/m2	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,12	
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,30	0,06	
SUBTOTAL M					\$0,18	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,30	1,22	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,30	1,23	
SUBTOTAL N					\$2,45	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Barro preparado (con viruta)	m3	0,16	36,39	5,82		
SUBTOTAL O					\$5,82	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$8,45	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo LL: APU Recolección de la pinocha.

RUBRO: Anexo del rubro 03.10					UNIDAD:	saco
ESPECIFICACIÓN: Recolección manual de pinocha en sacos					RENDIMIENTO: 0,08 horas/saco	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,05	
SUBTOTAL M					\$0,05	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	3	4,05	12,15	0,08	0,97	
SUBTOTAL N					\$0,97	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL O						
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$1,02	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo MM: APU Preparación del revoque con pinocha.

RUBRO:					UNIDAD:	m3
ESPECIFICACIÓN: Preparación del revoque con pinocha como fibra vegetal (batido sin maquinaria)					RENDIMIENTO: 0,50 horas/m3	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,31	
SUBTOTAL M					\$0,31	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	3	4,05	12,15	0,50	6,08	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,05	0,21	
SUBTOTAL N					\$6,29	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Barro para revoque (después de su proceso de "dormido")	m3	1	25,61	25,61		
Pinocha (Incluye recolección y transporte)	saco	3,00	2,23	6,69		
Melaza	gln	0,53	12,50	6,63		
SUBTOTAL O					\$38,93	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$45,53	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo NN: APU Revoque de barro y pinocha en muros

RUBRO: 03.10					UNIDAD:	m2
ESPECIFICACIÓN: Revoque de muros con pinocha como fibra vegetal (espesor aproximado 5cm, incluyendo desperdicio)					RENDIMIENTO:	0,50 horas/m2
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,20	
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,50	0,05	
SUBTOTAL M					\$0,25	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,50	2,03	
Maestro mayor (Est. Ocup. C1)	1	4,10	4,10	0,50	2,05	
SUBTOTAL N					\$4,08	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Revoque preparado (con pinocha)	m3	0,05	45,53	2,28		
SUBTOTAL O					\$2,28	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$6,61	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo OO: APU Preparación de empañete

RUBRO:					UNIDAD:	Caneca
ESPECIFICACIÓN: Preparación de empañete de muro color crema					RENDIMIENTO:	0,14 horas/m2
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,03	
SUBTOTAL M					\$0,03	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,14	0,57	
SUBTOTAL N					\$0,57	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Empañete preparado (25kg)	saco	1,00	25,00	25,00		
Resina (Resaflex)	lt	0,25	7,25	1,81		
Agua	m3	0,017	0,45	0,01		
SUBTOTAL O					\$26,82	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$27,42	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo PP: APU Empañetado de muros

RUBRO: 03.11					UNIDAD:	m2
ESPECIFICACIÓN: Acabado con empañete de muro color crema					RENDIMIENTO:	0,25 horas/m2
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,10	
Andamios metálicos (módulo)	Hora	2	0,10	0,25	0,05	
SUBTOTAL M					\$0,15	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,25	1,01	
Albañil (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,25	1,03	
SUBTOTAL N					\$2,04	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Empañete preparado	Caneca	0,03	27,42	0,82		
SUBTOTAL O					\$0,82	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$3,01	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

Anexo QQ: APU Tableros OSB

RUBRO: 04.03					UNIDAD:	u
ESPECIFICACIÓN: Tableros OSB espesor de 15mm (Provisión y montaje)					RENDIMIENTO:	0,30 horas/u
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO B	RENDIMIENTO C	COSTO D=A*B*C	
Herramienta menor 5% M/O					0,12	
SUBTOTAL M					\$0,12	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL / HR B	COSTO - HORA C=A*B	RENDIMIENTO (horas/u) R	COSTO D=C*R	
Peón (Est. Ocup. E2)	1	4,05	4,05	0,30	1,22	
Carpintero (Est. Ocup. D2)	1	4,10	4,10	0,30	1,23	
SUBTOTAL N					\$2,45	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Tablero OSB espesor de 15mm (1,22x2,44)	u	1,00	25,00	25,00		
Clavos 2"	lb	0,055	0,97	0,05		
SUBTOTAL O					\$25,05	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA - TRANSPORTE B	DISTANCIA (KM) C	COSTO C=A*B*C	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$27,62	

Elaboración: Bustamante. Universidad de Cuenca, 2023.

VI. Bibliografía y Referencias

Abril, D. y Mendieta, J. (2023). *Manuales Educativos Para la Promoción y Protección de la Arquitectura en Bahareque*. [Trabajo de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/40804>

Astudillo, S., Cardoso, F., Barsallo, G. (2017). Cartillas para el mantenimiento de edificios de valor patrimonial. "Hágalo usted mismo". Universidad de Cuenca. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=773593>

Barba Calpe, V. (2021). *Vivienda mínima*. [Trabajo de grado, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès]. Repositorio Institucional UPC. <http://hdl.handle.net/2117/349434>

Beltrán, E., Flores, Z., Santacruz, X. (1995). *Análisis de sistemas constructivos en la ciudad de Cañar y propuesta de mejoramiento*. [Trabajo de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional.

Bustamante Bravo, D. (s.f.). *40 metros cuadrados: estudio y optimización de la vivienda mínima*. [Trabajo de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo digital UPM <https://oa.upm.es/73000/>

Carazas, W., Rivero, A. (2002). *Bahareque: guía de construcción parasísmica*. Misereor. https://www.misereor.org/fileadmin/user_upload_misereororg/cooperation/es/construccion/guia-de-construccion-bahareque-parasismica.pdf

Cardoso, P. A. (2015). *Manual para la autoconstrucción de una vivienda en adobe y bahareque*. [Trabajo de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23583>

Catalán, R. (2018). *Construcción con tierra. Reinterpretación de una tradición*. [Trabajo de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio Institucional. <https://oa.upm.es/51489/>

Escola Superior Gallaecia. (2014). *Lessons from vernacular heritage to sustainable architecture*. Versus. www.esg.pt/versus

GAD Cañar. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincial del Cañar actualizado. Periodo: 2015 – 2019*. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cañar. <https://es.scribd.com/document/444804515/PDYOT-PROVINCIA-DEL-CANAR-pdf>

García, G., Tamayo J., Malo G. (2018) *Arquitectura Vernácula en Azuay y Cañar. Apuntes para la comprensión del proceso constructivo*. Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34330/1/documento.pdf>

Gómez, L. H., González, U., Yepes, F. A., García, G. A., & Gallego López, J. C. (2012). *Construcción de muros en tapia y bahareque*. Sistemas de biblioteca SENA. Versión digital. https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria_restauracion_edificaciones/construccion_muros_tapia_bahareque.html#

González Marulanda, S. (2020). *La relación entre vivienda mínima y calidad de la vivienda*. [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional UPB. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/6431>

Guerrero Baca, L. (2010). La herencia de la arquitectura tradicional. *Alarife*, (20), 10-28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3339135>

Guaraca, D. (2007). *Reseña histórica y memoria urbano arquitectónica ciudad de "Cañar"*. INPC. <https://site.inpc.gob.ec/pdfs/Publicaciones/Ciudades%20Patrimoniales/Expediente%20CA%D1AR.pdf>

ICOMOS (1999). *Carta del patrimonio vernáculo construido*. International Council on Monuments and Sites. <https://icomos.es/biblioteca-y-recursos/>

INEC. (2010). *Base de Datos-Censo de Población y Vivienda 2010*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>

INEC. (2023). *Estadísticas de Edificaciones (ESED) 2022: Minería, manufactura y construcción*. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Quito-Ecuador. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>

INEN. (2014). *Bloques huecos de hormigón. Definiciones, clasificación y condiciones generales*. NTE INEN 638.

INPC. (s/f). *Cañar*. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. <https://www.patrimoniocultural.gob.ec/canar/>

López Muñoz, L. F. (2015). Norma Andina para diseño y construcción de casas de uno y dos pisos en bahareque encementado. *Inbar*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/Bahareque-Encementado.pdf>

MIDUVI. (2018). *Lineamientos mínimos para revisión y validación de tipologías de vivienda*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/Lineamientos-m%C3%ADnimos-para-revisi%C3%B3n-y-validaci%C3%B3n-de-tipolog%C3%A4s-de-vivienda-Programa-Casa-para-Todos-V2.pdf>

Ministerio de Turismo. (2021). *CAÑAR CELEBRARÁ 20 AÑOS DE LA DECLARATORIA COMO CAPITAL ARQUEOLÓGICA Y CULTURAL DEL ECUADOR*. Ministerio de Turismo. <https://www.turismo.gob.ec/canar-celebrara-20-anos-de-la-declaratoria-como-capital-arqueologica-y-cultural-del-ecuador/>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. N° 212-2017 Vivienda*. Perú.

Molina Ramirez, E. (2014). *Orígenes de la vivienda mínima en la modernidad*. [Trabajo de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UN. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21808>

Monjo Carrió, J. (2005). La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimientos para su industrialización. *Informes de la Construcción*, (57), 37-54. DOI: <https://doi.org/10.3989/ic.2005.v57.i499-500.481>

Mordor Intelligence. (s/f) *Bloques de hormigón huecos Tamaño del mercado y análisis de acciones tendencias de crecimiento y pronósticos (2023 - 2028)*. Mordor Intelligence. <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/hollow-concrete-block-market>

Muñoz Robledo, J. F. (2010). *Tipificación de los sistemas constructivos patrimoniales de bahareque en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64733>
 NEC. (2014). *Estructuras de hormigón armado*. Norma Ecuatoriana de la Construcción. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Neves, C., Borges Faria, O. (2011). *Técnicas de construcción con tierra*. Proterra. https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/05/4a_PP-Tecnicas-de-construccion-con-tierra_2011.pdf

Ochoa, F. E. (2016). *Incremento de la durabilidad del bahareque en la ciudad de Cuenca*. [Trabajo de grado de Magister en construcciones, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23844>

Orozco, E. (2008). Notas sobre materiales, técnicas y sistemas constructivos. *Tecnología y construcción, (24-1)*, 9-17. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/2615

Palacios, D. (2022). *Qué es el método Delphi, para qué sirve y ejemplos*. Hubspot. <https://blog.hubspot.es/sales/metodo-delphi>

Pesántez, M. y Gonzáles, I. (2011). *Arquitectura tradicional en Azuay y Cañar: Técnicas, creencias, prácticas y saberes*. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. https://www.patrimoniocultural.gob.ec/wp-content/uploads/2023/05/17_ARQUITECTURA_TRADICIONAL.pdf

Real Academia Española. (2023). *Mínimo*. En Diccionario de la Lengua Española (Edición del tricentenario). <https://dle.rae.es/m%C3%ADnimo>

Real Academia Española. (2023). *Sistema*. En Diccionario de la Lengua Española (Edición del tricentenario). <https://dle.rae.es/sistema>

Real Academia Española. (2023). *Vernáculo*. En Diccionario de la Lengua Española (Edición del tricentenario). <https://dle.rae.es/vern%C3%A1culo>

Real Academia Española. (2023). *Vivienda*. En Diccionario de la Lengua Española (Edición del tricentenario). <https://dle.rae.es/vivienda>

Rodríguez, D. F. (2023). *El milagro eucarístico de Cañar y la edificación de la “Basílica de la Santa Faz de la eucaristía”*. El Mercurio. <http://www.elmercurio.com.ec/2023/06/06/el-milagro-eucaristico-de-canar-y-la-edificacion-de-la-basilica-de-la-santa-faz-de-la-eucaristia/>

Rodríguez Viqueira, M. (2008) *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Limusa. https://www.academia.edu/16722773/Manuel_Rodriguez_Viqueira_INTRODUCCION_A_LA_ARQUITECTURA_BIOCLIMATICA_AF

Rudofsky, B. (1964). *Architecture without architects, an introduction to nonpedigreed architecture*. The Museum of Modern Art. www.moma.org/calendar/exhibitions/3459

Salas Serrano, J. (2000). La industrialización posible de la vivienda latinoamericana. *Escala*. <https://oa.upm.es/44203/>

Tillería González, J. (2010). La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernácula. *AUS, (8)*, 12-15. DOI: <https://doi.org/10.4206/aus.2010.n8-04>
 Pérez Gil, J. (2016). *¿Qué es la arquitectura vernácula?: Historia y concepto de un Patrimonio Cultural específico*. Universidad de Valladolid. https://www.academia.edu/42776258/_QU%C3%89_ES_LA_ARQUITECTURA_VERN%C3%81CULA_HISTORIA_Y_CONCEPTO_DE_UN_PATRIMONIO_CULTURAL_ESPEC%C3%8DFICO

Pérez Gil, J. (2018). Un marco teórico y metodológico para la arquitectura vernácula. *Ciudades, (8)*, 1-28. DOI: <https://doi.org/10.24197/ciudades.21.2018.01-28>

Watts, J. (2019). *Concrete: the most destructive material on Earth*. The guardian. <https://www.theguardian.com/cities/2019/feb/25/concrete-the-most-destructive-material-on-earth>

Wight, J, K. (2016). *Reinforced Concrete: Mechanics and Design*. Pearson, (7).