UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE ARQUITECTURA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

ARQUITECTO

TEMA

PROTOTIPO DE BLOQUÉ SOSTENIBLE CON FIBRA NATURALES PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL

TUTOR

ARQ. BRYAN COLORADO PASTOR

AUTORES

ISSAN ARIEL SÁNCHEZ CURILLO

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Prototipo de bloqué sostenible con fibra naturales para construcción de viviendas de interés social	
AUTOR/ES: Issan Ariel Sánchez Curillo	**TUTOR:** Colorado Pastor Bryan Alfonso
INSTITUCIÓN: **Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil**	**Grado obtenido:** Arquitecto
FACULTAD: INGENIERIA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	**CARRERA:** ARQUITECTURA
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2025	**N. DE PÁGS:** 95
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Ingeniería de la construcción, materiales de construcción, experimentación, innovación	

RESUMEN:

El propósito del presente estudio pretende incorporar fibras naturales en bloques de bahareque como alternativa de bloque sostenible semiestructural en viviendas de interés social como alternativa ecológica. Para la obtención de un bloque sostenible se enmarca el uso de fibras del bagazo de caña de azúcar, cuyo elevado contenido fibroso las convierte en una elección factible para mejorar la mezcla, estimulando a la comunidad científica a explorar nuevas aplicaciones que optimicen la producción de albañilería.

En relación con las propiedades físicas y mecánicas observadas en el estudio realizado, se pudo establecer que una menor cantidad de fibras añadidas conducía a características más parecidas a las de los bloques tradicionales. Sin embargo, al aumentarse la proporción de fibras en un rango entre el 5% y el 6%, se notó una reducción en el peso y la resistencia a la compresión, junto a un aumento en la capacidad de absorción de humedad. En conclusión, las proporciones de fibra más idóneas para conservar las características requeridas para la comercialización de bloques sostenibles generan una reducción del coste de la vivienda en un 34,49%.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	**N. DE CLASIFICACIÓN:**	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	**SI** [x]	**NO** [ ]
CONTACTO CON AUTOR/ES: Issan Ariel Sánchez Curillo	**Teléfono:** +593 99 440 8094	**E-mail:** isanchezc@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	PhD. Marcial Sebastián Calero Amores Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. **Teléfono:** (04) 2596500 **Ext.** 241 **E-mail:** mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Nicolas Peñaherrera Director de la Carrera de Arquitectura **Teléfono:** (04) 2596500 **Ext.** 209 **E-mail:** fpenaherreram@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

TRABAJO DE TITULACIÓN - ENTREGA FINAL

ORIGINALITY REPORT

7%	5%	1%	2%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	oa.upm.es Internet Source	1%
2	www-ni.laprensa.com.ni Internet Source	1%
3	Submitted to Universidad Ricardo Palma Student Paper	1%
4	Submitted to Universidad TecMilenio Student Paper	1%
5	repository.lasalle.edu.co Internet Source	1%
6	www.researchgate.net Internet Source	1%
7	dspace.ucuenca.edu.ec Internet Source	1%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 20 words
Excluir bibliografía	Activo		

Firmado electrónicamente por:
BRYAN ALFONSO
COLORADO PASTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **ISSAN ARIEL SÁNCHEZ CURILLO**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **PROTOTIPO DE BLOQUÉ SOSTENIBLE CON FIBRA NATURALES PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL**, corresponde totalmente a los suscr itos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores

Firma:

ISSAN ARIEL SÁNCHEZ CURILLO
C.I. 0951673565

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación “Diseño de espacio público en Naranjal aplicando métodos de actuación con criterio Urbano a escala humana”, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **PROTOTIPO DE BLOQUÉ SOSTENIBLE CON FIBRA NATURALES PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL**, presentado por los estudiantes **ISSAN ARIEL SÁNCHEZ CURILLO** como requisito previo, para optar al Título de **ARQUITECTO**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

BRYAN ALFONSO COLORADO PASTOR

C.C. 0919454686

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por guiarme y darme la sabiduría en cada etapa de este proceso para lograr tan anhelado logro. A mis padres, por su arduo esfuerzo durante estos años y amor incondicional en mis momentos de flaqueza, a ellos por ser el pilar fundamental y la fuerza que me empuja a ser mejor cada día. A mi hermano por siempre confiar en mí y apoyarme. A mis compañeros y amigos, por su amistad y por todo lo que hemos compartido a lo largo de estos años. A mis docentes y mi tutor de tesis por brindarme sus conocimientos y tiempo para poder culminar este trabajo con éxito.

ISSAN ARIEL SÁNCHEZ CURILLO

DEDICATORIA

A mis padres por haber hecho de mi la persona que soy hoy en día, este logro se lo debo a ellos. A mis queridos padres y abuela, cuyo apoyo y sacrificio incondicional han sido fundamental a lo largo de estos cinco años, son mi pilar fundamental. A mis demás familiares y amigos que me han dado ánimo, para ellos todo mi amor y aprecio.

ISSAN ARIEL SÁNCHEZ CURILLO

RESUMEN

El propósito del presente estudio pretende incorporar fibras naturales en bloques de bahareque como alternativa de bloque sostenible semiestructural en viviendas de interés social como alternativa ecológica. Para la obtención de un bloque sostenible se enmarca el uso de fibras del bagazo de caña de azúcar, cuyo elevado contenido fibroso las convierte en una elección factible para mejorar la mezcla, estimulando a la comunidad científica a explorar nuevas aplicaciones que optimicen la producción de albañilería.

En relación con las propiedades físicas y mecánicas observadas en el estudio realizado, se pudo establecer que una menor cantidad de fibras añadidas conducía a características más parecidas a las de los bloques tradicionales. Sin embargo, al aumentarse la proporción de fibras en un rango entre el 5% y el 6%, se notó una reducción en el peso y la resistencia a la compresión, junto a un aumento en la capacidad de absorción de humedad. En conclusión, las proporciones de fibra más idóneas para conservar las características requeridas para la comercialización de bloques sostenibles generan una reducción del coste de la vivienda en un 34,49%.

Palabras claves: Ingeniería de la construcción, materiales de construcción, experimentación, innovación.

ABSTRACT

The purpose of this study is to incorporate natural fibers into bahareque blocks as an alternative to a sustainable semi-structural block in social housing as an ecological alternative. To obtain a sustainable block, the use of fibers from sugar cane bases is included, whose high fibrous content makes them a feasible choice to improve the mixture, stimulating the scientific community to explore new applications that optimize masonry production.

In relation to the physical and mechanical properties observed in the study carried out, it was possible to establish that a lower quantity of added fibers led to characteristics more like those of traditional blocks. However, by increasing the proportion of fibers in a range between 5% and 6%, a reduction in weight and compressive strength was noted, together with an increase in the capacity to absorb moisture. In conclusion, the most suitable fiber proportions to preserve the characteristics required for the commercialization of sustainable blocks generate a reduction in housing costs of 34.49%.

Palabras claves: Construction engineering, construction materials, experimentation, innovation.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN **1**

CAPÍTULO I **3**

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN **3**

1.1 Tema 3

1.2 Planteamiento del problema 3

1.3 Formulación del problema 5

1.4 Objetivos 5

1.4.1 Objetivo general 5

1.4.2 Objetivos especifico 5

1.5 Hipótesis 5

1.6 Línea de investigación de la facultad 5

CAPITULO II **6**

MARCO TEÓRICO **6**

2.1 Marco teórico 6

2.2 Referencias Internacionales 7

2.3 Referencias ULVR 18

2.4 Análisis tipológico de materiales 20

2.5 Modelos Análogos 21

2.6 Antecedentes 26

2.6.1 Historia 27

2.6.2 Ubicación geográfica 28

2.6.3 Topografía 28

2.6.4 Biodiversidad 29

2.6.5 Asoleamiento 30

2.6.6 Temperaturas medias 30

2.6.7 Temperatura 31
2.6.8 Precipitación 31
2.6.9 Rosa de los vientos 32
2.7 Marco Legal 32
2.7.1 Normativas Nacionales 32
2.7.2 Plan Nacional de Desarrollo – Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024 – 2025 34
2.7.3 Normativas Internacionales 35
2.7.4 Norma Ecuatoriana de Construcción 36
2.8 Marco Conceptual 37
CAPÍTULO III 39
MARCO METODOLÓGICO 39
3.1 Enfoque de la investigación 39
3.2 Tipo de investigación 39
3.3 Alcance de la investigación 39
3.4 Técnica e instrumentos para recopilar información 40
3.5 Variable de la investigación 40
3.5.1 Variables dependientes 40
3.5.2 Variables independientes 41
3.6 Población y muestra 41
CAPÍTULO IV 42
PROPUESTA 42
4.1 Presentación y análisis de encuestas 42
4.2 Propuesta de Bloque Sostenible 46
4.2.1 Descripción de la propuesta 47
4.2.2 Plan de experimentación 47
4.2.3 Experimentación 54
4.2.4 Cálculo del volumen del bloque 55

4.2.5 Dosificaciones 55
4.2.6 Resultados de caracterización física y mecánica 59
4.2.7 Pruebas de Compresión 59
4.2.8 Pruebas de Flexión 60
4.2.9 Pruebas de Humedad 60
4.2.10 Prueba de Absorción 61
4.2.11 Prueba Acústica 61
4.2.12 Prueba Ignífuga 62
4.3 Presupuesto 63
CONCLUSIONES 65
RECOMENDACIONES 66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68
ANEXOS 73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de la formula del tamaño de muestra 41
Tabla 2: Frecuencia pregunta 1 42
Tabla 3: Frecuencia pregunta 2 43
Tabla 4: Frecuencia pregunta 3 44
Tabla 5: Frecuencia pregunta 4 45
Tabla 6: Caracterización del material 47
Tabla 7: Proceso de homogenizado del bagazo de caña de azúcar 48
Tabla 8: Caracterización del suelo de la zona de estudio para su empleo en la fabricación de bloques 48
Tabla 9: Caracterización química de la ceniza como pegante 49
Tabla 10: Tabla de dosificaciones del prototipo bahareque + bagazo de caña 54
Tabla 11: Dosificación prototipo M#1 55
Tabla 12: Dosificación prototipo M#2 56
Tabla 13: Dosificación prototipo M#3 56
Tabla 14: Dosificación prototipo M#4 57
Tabla 15: Dosificación prototipo M#5 57
Tabla 16: Dosificación prototipo M#6 57
Tabla 17: Dosificación prototipo M#7 58
Tabla 18: Dosificación prototipo M#8 58
Tabla 19: Porcentaje de componentes de cada prototipo 59
Tabla 20: Pruebas de compresión de cada prototipo 59
Tabla 21: Pruebas de flexión de cada prototipo 60
Tabla 22: Pruebas de humedad de cada prototipo 60
Tabla 23: Pruebas de absorción de cada prototipo 61
Tabla 24: Pruebas de acústica de cada prototipo 61
Tabla 25: Pruebas de fuego de cada prototipo 63
Tabla 26: Presupuesto Vivienda de Interés Social con bloque BCA 64
Tabla 27: Presupuesto Vivienda de Interés Social con bloque tradicional 64

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Prototipo de bloque con bagazo de caña de azúcar 7
Ilustración 2: Bloques ecológicos con ceniza del bagazo de la caña de azúcar 8
Ilustración 3: Paneles Termoaislantes de fibras de bagazo de la caña de azúcar 9
Ilustración 4: Mampuesto ecológico con bagazo de caña de azúcar 10
Ilustración 5: Bloques con fibras de bagazo de caña de azúcar 11
Ilustración 6: Regresión múltiple para Resistencia (Kg) 19
Ilustración 7: Modelo análogo 1 – Casa productiva la Balconera 22
Ilustración 8: Modelo análogo - Casa en Vila Matilde 23
Ilustración 9: Modelo análogo – Casas Plan B Guatemala 24
Ilustración 10: Modelo análogo – Casa Caja 25
Ilustración 11: Modelo análogo – Casa Villa Cerro Corá 26
Ilustración 12: Crecimiento histórico – Los Vergeles 27
Ilustración 13: Ubicación geográfica 28
Ilustración 14: Topografía de los Vergeles 29
Ilustración 15: Flora y Fauna del Cantón Naranjal 29
Ilustración 16: Ruta del sol de Vérgeles 30
Ilustración 17: Temperaturas medias de Guayaquil 30
Ilustración 18: Temperaturas máximas de Vérgeles 31
Ilustración 19: Precipitaciones anuales de Naranjal 31
Ilustración 20: Rosa de vientos 32
Ilustración 21: Balanza digital con peso 50
Ilustración 22: Molde tipo con material 50
Ilustración 23: Lavacara plástica 51
Ilustración 24: Pala dosificadora 51
Ilustración 25: Mezcladora 52
Ilustración 26: Anemómetro 52
Ilustración 27: Pirómetro 53
Ilustración 28: Sonómetro 53
Ilustración 29: Prensa hidráulica para pruebas de compresión 54
Ilustración 30: Muestra de reducción de acústica con añadido de bagazo de caña de azúcar 62
Ilustración 31: Demostración de ensayo de fuego en bahareque 63

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la realidad es alarmante, miles de personas viven hacinadas, compartiendo espacios reducidos con familias numerosas. La falta de acceso a una vivienda digna está estrechamente relacionada con la informalidad laboral. De acuerdo con el Plan Internacional publicado en 2022, en Ecuador hay 1.5 millones de personas que residen en condiciones de hacinamiento en viviendas autoconstruidas. En el país, el 25% de los hogares acoge a cinco o más personas, pero solo dispone de una habitación para dormir. Esta situación es consecuencia de los elevados niveles de informalidad laboral, que afectan a 5 millones de habitantes, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Abordar la problemática de la vivienda requiere ir más allá de la construcción de casas. Invertir en vivienda de interés social es invertir en el futuro. Al garantizar el acceso a una vivienda digna para todos, se construye una sociedad más justa, equitativa y prospera, sin duda una vivienda digna es una pieza clave en el rompecabezas del desarrollo integral y sostenible. (UTPL, 2023)

Guayaquil se destaca como una de las urbes más extensas y densamente pobladas, lo que plantea un reto significativo en lo que respecta a la vivienda de interés social. El acelerado desarrollo urbano de Guayaquil en las últimas décadas ha impulsado la demanda de vivienda, la cual no siempre ha encontrado una forma adecuada. En respuesta han surgido nuevas tipologías de vivienda que buscan adaptarse a las necesidades de la población. (Universo, 2008)

Con el objetivo de ofrecer una solución efectiva y sostenible al déficit habitacional y mejorar la calidad de vida de los residentes en el sector de Los Vergeles mediante la inclusión de materiales ecológicos que aporten a la construcción sostenible retribuyendo en el acceso a la vivienda para las personas de escasos recursos.

Mediante la propuesta de un bloque sostenible con fibra natural es un material innovador y sostenible con un gran potencial para la construcción de viviendas en el cual se está desarrollando nuevas tecnologías para que se puedan convertir en una alternativa viable a los materiales tradicionales de Construcción.

Para poder ejecutar esta propuesta se dio inicio con el capítulo I, presentando los problemas existentes del acceso a la vivienda y el hacinamiento. Después en el capítulo II se realizó el marco teórico en donde se presentan fundamentos teóricos referenciales de proyectos análogos. Además, se incluyen los antecedentes del lugar a intervenir y se integran todas las normativas aplicadas al proyecto. Por otro lado, en el capítulo III se lleva a cabo la metodología de investigación utilizada, empezando desde el enfoque y alcance, y concluyendo con la explicación de aquellos instrumentos o técnicas que sirvieron como fundamento para la obtención de la población y muestra.

Por último, en el capítulo IV se muestran los resultados y análisis obtenidos de las encuestas planteadas, del desarrollo del proceso experimental y estudio de materiales finalizando en una propuesta y presupuesto general en comparación con otros materiales tradicionales.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

Prototipo de bloqué sostenible con fibras naturales para la construcción de viviendas de interés social.

1.2 Planteamiento del problema

En la indagación de soluciones sostenibles para las construcciones, la industria ha iniciado a explorar alternativas a los materiales arcaicos que no solo reduzcan el impacto ambiental, sino que también mejoren la eficiencia y promuevan la economía circular. Se ha visto en la necesidad de hacer cambios experimentando con nuevos materiales, sin disminuir la calidad y propiedades tradicionales. Los costos de los materiales de construcción convencionales tienen un considerable impacto ambiental, por ejemplo, la producción del cemento es responsable un aproximado del 8% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO2). Por otra parte, la extracción de materia prima y la energía requerida para la fabricación de estos materiales contribuye en la degradación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales.

Mediante esta primicia como problema principal se presenta el acceso a la vivienda que retribuye en la capacidad económica de los usuarios de la zona de estudio para poder acceder a una vivienda digna con los escasos recursos que ellos tienen, lo que provoca efectos como el hacinamiento de personas y contaminación del proceso de la construcción tradicional.

Este último efecto problémico se da por la industria de la construcción es causante principal en la emisión de gases de efecto invernadero, contaminación de cuerpos de agua a su alrededor, generación de residuos sólidos y el consumo de energías. Las fibras naturales, como el cáñamo, la cascara de coco, caña y el bambú, han emergido como alternativas prometedoras en la industria de la construcción. Estas fibras no solo son renovables y biodegradables, sino que también presentan propiedades mecánicas y físicas que pueden mejorar el rendimiento de los materiales de construcción, ofreciendo ventajas como mayor resistencia, durabilidad y mejor aislamiento térmico y acústico.

Por otra parte, en muchas regiones de Ecuador, la carencia de viviendas adecuadas y asequibles sigue siendo un problema significativo. Las viviendas de interés social están destinadas a retribuir las necesidades de las familias de bajos ingresos, promover un entorno habitable, seguro y saludable. No obstante, la construcción de estas viviendas muchas veces se ve limitada por los altos costos de los materiales de construcción y las practicas insostenibles que son negativamente para el medio ambiente. En este contexto, emerge la necesidad de desarrollar materiales de construcción más sostenibles que sean accesibles económicamente y ofrezcan buenas propiedades mecánicas y térmicas.

El prototipo del bloque sostenibles con fibras naturales a realizar nos demuestra algunas consistencias favorables en el proceso y al acabado final del bloque, lo cual es claro que tiene una similar línea de preparación que el convencional pero no con propiedades y sistemas que el bloque con fibras naturales. Se va a demostrar que el prototipo puede tener las mismas aplicaciones en el ámbito de la construcción tradicional la cual también puede tener una medida similar al de los bloques ya existentes que son de 10x20x40.

Las fibras naturales que podrán aplicarse tendrán un diámetro de 0.5 a 0.2 mm aproximado lo que ayudara también obtener menos agrietamiento, el bloque tendrá un peso de 5 a 7 kilos una gran diferencia al tradicional que es 10 a 12.7 kilos, esto nos favorecerá en la construcción ya que no tendría mucha carga estructural, el cuidado o protección de este bloque se realizaría con cal hidráulica, grasa, yeso o pinturas transpirables, de igual manera tendría características térmicas y aislamiento acústico.

El bloque nos proporcionara un aglomeramiento de minerales los cuales estos nos brindara densidad y resistencia mecánica, otra acción es que nos ayuda a obtener una baja conductividad térmica, difusión de vapor de agua que regularía la humedad y evita condensaciones. En caso de que exista alguna falla u ocurra alguna demolición donde ya se haya aplicado este bloque de fibras naturales se podría reutilizar, mediante el proceso de triturado este se aplicaría nuevamente en otros bloques y en morteros aislantes.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo incide la utilización de las fibras naturales en las propiedades físicas y mecánicas de un bloque aplicadas en viviendas de interés social para la creación de un prototipo de bloque de construcción sostenible?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar prototipo de bloque de construcción sostenible utilizando fibras naturales, considerando sus propiedades físicas y mecánicas, su impacto ambiental y su viabilidad económica.

1.4.2 Objetivos especifico

- Caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques que anexan diferentes tipos de fibras naturales.
- Realizar un análisis comparativo bloques con fibra naturales y los materiales de construcción arcaicos.
- Desarrollar prototipo de bloque de construcción sostenible utilizando fibras naturales.
- Establecer un diseño de bloque sostenible aplicado a una vivienda de interés social en una presentación 3D y maqueta física.

1.5 Hipótesis

La incorporación de fibras naturales en la fabricación de bloques de construcción producirá un material técnico, económica y ambientalmente viable.

1.6 Línea de investigación de la facultad

Las líneas de investigación de la facultad de ingeniería, industria y construcción se basan en; Territorio, medio ambiente, y materiales innovadores para la construcción. Este proyecto es enfocado en la creación de un prototipo de bloque sostenible con fibras naturales, implementando nuevos métodos de elaboración del bloque con respectivos materiales naturales el cual se utilizará en el medio de la construcción.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco teórico

El uso de materiales alternativos en la construcción, como el bagazo de caña de azúcar, representa una oportunidad significativa para mejorar la sostenibilidad y las propiedades mecánicas del hormigón. La investigación en este ámbito ha demostrado que la incorporación de agregados orgánicos puede no solo reducir el impacto ambiental de la construcción, sino también ofrecer beneficios en términos de resistencia y durabilidad.

En el contexto de Ecuador, donde el bagazo de caña es un residuo abundante, su utilización en la fabricación de bloques de hormigón livianos podría transformar la industria de la construcción. Al sustituir parcialmente el cascajo por bagazo, se podría lograr una reducción en el peso de los bloques, lo que facilitaría su manejo y transporte, además de disminuir el consumo de recursos no renovables.

La piedra pómez, por su parte, también se presenta como un material valioso en la construcción, gracias a sus propiedades de aislamiento y resistencia. Sin embargo, la combinación de ambos materiales —bagazo de caña y piedra pómez— podría resultar en un producto innovador que maximice las ventajas de cada uno, ofreciendo un bloque de mampostería que no solo sea ligero, sino también eficiente en términos de aislamiento térmico y acústico.

La falta de fábricas de bloques sostenibles en Guayaquil indica una oportunidad de mercado para el desarrollo de productos innovadores que respondan a la creciente demanda de soluciones de construcción más ecológicas. La implementación de tecnologías de producción que integren el bagazo de caña y otros materiales sostenibles podría posicionar a Ecuador como un líder en la construcción sostenible en la región.

Además, la investigación y el desarrollo en este campo podrían abrir nuevas vías para la valorización de residuos orgánicos, contribuyendo a la economía circular y a la reducción de desechos. La colaboración entre universidades, centros de

investigación y la industria de la construcción será clave para avanzar en la adopción de estos nuevos materiales y técnicas constructivas.

En resumen, el uso de bagazo de caña de azúcar y otros materiales sostenibles en la fabricación de bloques de hormigón en Ecuador no solo tiene el potencial de mejorar las propiedades mecánicas de los productos, sino que también puede contribuir a un enfoque más sostenible en la construcción, alineándose con las tendencias globales hacia la sostenibilidad y la innovación en el sector.

2.2 Referencias Internacionales

En Bogotá, Colombia, se ha propuesto el uso de un material compuesto por FBCA (Fibra de Bagazo de Caña de Azúcar) y cemento para la fabricación de mampuestos destinados a muros de cerramiento. Para llevar a cabo este desarrollo, se deben seguir ciertos procedimientos, que incluyen: realizar pruebas en laboratorios, demostrar las características mecánicas y físicas del material, y evaluar la viabilidad del proyecto tanto en su fabricación como en su instalación en obra.

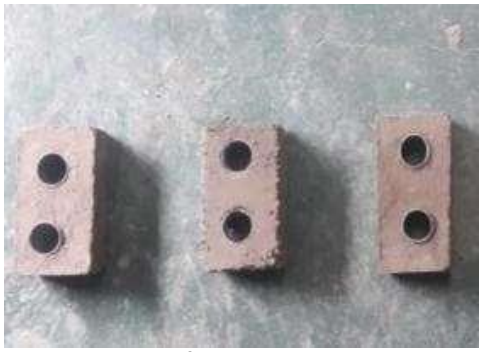
Al juntar el BCA con cemento Portland, manifiestan que se ha logrado un material apropiado para la fabricación de mampuestos de cerramientos. Así, sostienen que, a través de investigaciones el BCA ocupa más espacio que los agregados pétreos con lo que se producen bloques convencionales, esto da como resultado entonces un mampuesto más liviano (Estrada & Rodríguez, 2016, pp. 8).

Ilustración 1: *Prototipo de bloque con bagazo de caña de azúcar*

Fuente: *Estrada y Rodríguez, (2016)*

En Lima, Perú, se llevó a cabo un estudio sobre la aplicación de la misma materia prima del BCA para la fabricación de bloques ecológicos, con el objetivo de obtener y determinar sus propiedades físicas y mecánicas. En este sentido, se comprobó que la evaluación mecánica se realiza mediante el ensayo de resistencia a la compresión, mientras que las propiedades físicas se analizan a través de ensayos de absorción y alabeo. Para esta investigación, se elaboraron 100 muestras de bloques, y se determinó que su resistencia a la compresión era un 10% mayor, mientras que la absorción fue un 15% superior. (Bendezú, 2019, pp. 47).

Ilustración 2: *Bloques ecológicos con ceniza del bagazo de la caña de azúcar*



Fuente: *Bendezú, (2019)*

En un contexto similar, en Colombia se planteó la creación de un tipo de ladrillo llamado “Bioladrillo", el cual incorpora fibras de cascarilla de arroz combinadas en un 30 % de BCA y un 70 % de cemento (Ortiz et al., 2019). Este nuevo material establece una composición final óptima para su producción y ha permitido fortalecer la fabricación de prefabricados, logrando beneficios tanto ambientales como económicos a través de diversas proporciones utilizadas.

En el mismo país, se está considerando iniciar la implementación de iniciativas que aprovechen las ventajas de esta combinación particular en la fabricación de paneles, utilizando fibra de caña como material para crear cubiertas que aíslen térmicamente espacios en regiones calurosas. Con esto, se busca reducir el impacto ambiental como principal objetivo, al mismo tiempo que se hace un uso consciente y económico de los recursos naturales disponibles en la producción de este producto, logrando así una práctica sustentable desde el punto de vista económico. Actualmente se está trabajando en la producción de 9 paneles de 30x30 cm, con diferentes dosificaciones y espesores distintos (Lozano & Rojas, 2019, pp. 47-48).

Ilustración 3: *Paneles Termoaislantes de fibras de bagazo de la caña de azúcar*

Fuente: Lozano & Rojas, (2019)

En Trujillo, Perú, están utilizando ceniza de BCA para sustituir parcialmente el cemento y mejorar la resistencia del material. Se realizó un estudio para comprobar esta resistencia con tres muestras que contenían un 10 %, 20 % y 40 % de ceniza, evaluadas después de 7 días de curado para obtener resultados óptimos.

Los resultados mostraron que la muestra que contenía un 10 % de ceniza logró una resistencia de 144.25 kg/cm²; la muestra del 20 % alcanzó los 140 kg/cm² y la del 40 % obtuvo 117.75 kg/cm². Después de 28 días de curado completo, el estándar de resistencia fue de 212.75 kg/cm² para el contenido del 10 % de ceniza, 162 kg/cm² para el del 20 %, y 162.5 kg/cm² para el del 40 %. Se determinó que la presencia de un 20 % de ceniza en combinación con un 40 % reduce las características mecánicas del hormigón (Pastore et al., 2017; pp. 7).

Asimismo, en Guayaquil se está estudiando la creación de bloques utilizando ceniza de BCA. Se llevaron a cabo pruebas de compresión simple en cuatro muestras que tenían distintas cantidades, y se realizó un análisis a los 7 y 28 días, mostrando diferencias en los resultados obtenidos.

Se concluyó que, de los cuatro modelos de bloques desarrollados, el más adecuado según la investigación era aquel compuesto por un 94 % de bagazo, equivalente a unos 2.12 kg. En cuanto a las cantidades empleadas, fueron 2.25 kg de cemento, 1.95 kg de agregado y 0.94 kg de agua, lo que dio como resultado una relación agua/cemento del 42 %.

Teniendo un rendimiento apropiado, ya que cumple con las especificaciones técnicas, la prueba 4 nos muestra que el agregado del bagazo tiene un beneficio

significativo en cuanto a la reducción de los costos y mejorando una resistencia mayor a los 600 psi (Peláez, 2024, pág. 7).

Sin embargo, en la localidad de Quito se constató que al crear un ladrillo respetuoso del medio ambiente utilizando la misma materia prima que incluye ceniza de BCA, aunque alcanza su total rigidez a los 14 y 28 días respectivamente, no cumple con los estándares exigidos por la normativa ecuatoriana para bloques cerámicos NTE INEN 3049, donde se establece un mínimo necesario de 20 MPa para muros estructurales y 14 MPa para no estructurales.

No obstante, al realizar los mismos análisis 28 días después del curado, se observó que los resultados cumplían efectivamente con todas las normativas evaluadas internacionalmente, llegando incluso a superar los requisitos establecidos por las normas NBR 8491 de Brasil y NTC 5324 de Colombia, las cuales exigen un mínimo de 2.00 MPa (Bravo & Espinoza, 2019, pp. 168-174).

Ilustración 4: *Mampuesto ecológico con bagazo de caña de azúcar*

Fuente: Bravo & Espinoza, (2019).

Llevando a cabo otra realización de un experimento con bloques para mampostería liviana, se agrega la materia prima del BCA como desecho orgánico, para demostrar que los bloques tradicionalmente fabricados muestran mayor contenido de absorción a diferencia con aquellos que fueron elaborados con el material reemplazado, determinando que la absorción de agua de los bloques huecos que normalmente están en el mercado es del 23%, y con FBCA alrededor del 15%.

Dando como resultado, en cuanto a los estudios de compresión simple, la resistencia mostrada a los 28 días de edad se notó que los bloques obtuvieron mejor rendimiento, con longitud de 1” y 1% de agregado es de 1.91 MPa, con 2” de longitud y 1% agregado resultó en 1.66 MPa. Se tomaron como referencia estos valores, ya

que el autor recomienda no agregar mayor porcentaje de fibra, debido a que la resistencia a compresión se reduce (Jairo, 2017, pp. 84).

Ilustración 5: *Bloques con fibras de bagazo de caña de azúcar*

Fuente: *Jairo, (2017)*

En Cuenca, una investigación sobre bloques de tierra compactada analiza su comportamiento térmico y energético. Los resultados indican que el bloque estabilizado, que contiene un 10% de cemento con relación al peso de la tierra y fibras vegetales (BCA) en proporciones del 1, 2 y 3% del peso de la mezcla seca, supera y mantiene el mínimo requerido, con un contenido de agua entre el 5 y el 8%. Este estudio se realizó mediante un ensayo de compresión simple, siguiendo la norma española UNE 41410, que establece una resistencia mínima de 1,3 N/mm².

Después de curar los bloques durante 30, 60 y 90 días tras su fabricación, se determinó que el subgrupo de bloques con bagazo supera y mantiene la resistencia mínima requerida, alcanzando valores de 4.93, 5.02 y 5.60 N/mm² (Zenteno, 2019, pp. 17-20).

Por otro lado, en Guayaquil se está llevando a cabo un estudio significativo que implementa cenizas de BCA en diferentes mezclas. Los resultados muestran que, tras 28 días de elaboración, la resistencia a la compresión de las probetas de hormigón simple sin ceniza de bagazo es de 256,52 kg/cm², mientras que con un 10% de cenizas de bagazo, el promedio es de 240,25 kg/cm².

Esto demuestra que el aditivo de cenizas en un 10% es más efectivo que en un 5%, ya que la resistencia a la compresión simple con un 5% de ceniza de bagazo fue de 233,6 kg/cm².Pero esto no supera a la resistencia que obtuvo el cilindro de hormigón tradicional sin ceniza de bagazo, debido a que los materiales puzolánicos

demoran un tiempo en reaccionar, en unos 90 a 120 días de secado (Vélez, 2019, pp. 65-66).

Según Sera (1990), las características morfológicas y las propiedades físico-mecánicas del bagazo de caña de azúcar lo convierten en un material adecuado para ser utilizado como fibrorefuerzo.

La presente investigación tiene como objetivo conocer la influencia de la adición de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas del hormigón y de los bloques para mampostería liviana, centrándose en la resistencia a la compresión, así como la viabilidad de su implementación como una alternativa al agregado liviano en la fabricación de estos bloques en la provincia de Pastaza.

La información obtenida de esta investigación será útil para constructores, propietarios e instituciones públicas y privadas, quienes podrán contar con una alternativa a los tradicionales bloques de mampostería aligerada.

Para nuestro sustento teórico hemos recurrido a una profunda investigación y revisiones de artículos científicos, proyectos y referencias académicas los cuales nos percatemos que por estos medios tengan alguna forma de relación o un proceso casi igual a nuestro tema expuesto. Esta estrategia ha permitido sustentar de una manera fundamental y clara cada uno de los argumentos que se ha presentado, lo cual hemos garantizado de forma efectiva la calidad de trabajo investigativo.

Al realizar este bloque de hormigón reforzado la cual este compuesto con fibra de coco y cáscara de maní, la cual el proceso se realizará mediante una dosificación controlada. Al obtener la formación de este material sostenible contribuirá en la reducción de la huella de carbono en las edificaciones, de igual forma en la reducción de más del 40% de las emisiones de CO_2 que realizan las edificaciones (Vásconez Vásconez & Viña Buestán, 2022).

Este proyecto explica que, mediante la fabricación de este bloque de cemento con fibra de estopa de coco y plástico reciclado, nos brinda una gran ayuda en la parte social al momento de la construcción de vivienda, el cual, debido al empleo de insumos reciclados en su elaboración, esto de igual manera nos ayudara en costos, en el mantenimiento y la conservación ambiental. El objetivo principal de la fabricación

de este bloque eco-constructivo es que sus materiales seas de calidad ambiental, resistentes y fiables, el cual estaríamos dinamizando el mercado de la construcción ya que contienen componentes ecológicos. (Macanela & Martinez, 2020)

El presente articulo nos habla de la aplicación de dos componentes uno natural y el otro ecológico, que mediante la introducción de estos dos componentes en el ámbito constructivo nos brindaran ayuda en el proceso de costos, mantenimientos, producción, materia prima y al momento del material finalizado nos brindara, impermeabilidad, menos peso constructivo y reducción térmica. (Vinueza et al., 2021)

Al realizar este proyecto de tipo de bloque hecho de manera mixta, concreto y plástico, el cual tiene una característica que es de una forma de un lego. Dicho material nos brindará distintas cualidades tales cómo, estéticas, fiabilidad, eco-amigable y de igual manera tendrá una reducción de costo material. Este tipo de material se lo implementara par la reducción de cargas muertas en edificaciones y así lograr un producto óptimo el cual se lo pueda aprovechar en la construcción. (Pérez & Zamora, 2020)

El objetivo de este proyecto es la elaboración de hormigones alivianados que incluyan fibras vegetales la cual nos brinda densidad y resistencia, sus diferencias de elaboración del material tendrá una igualdad de uso como el bloque común, pero sus componentes les da una mejor respuesta constructivas y así evitaremos lo rígido, macizo, cerrado, pesado y sobre todo, duro, lo cual al evitar esto estaríamos impulsando la aplicación de bloque con fibras y su uso se aplicará en diferentes construcciones arquitectónicas. (Ponce & Jiménez, 2022)

Este tema aborda el uso de bloques de adobe, un sistema que ha sido empleado durante mucho tiempo en áreas rurales del norte de Ecuador debido a su bajo costo. Sin embargo, al ser materiales obtenidos del suelo, presentan debilidades en términos de capacidad mecánica y resistencia al agua, lo cual se refleja en su diseño arquitectónico. Al sustituir la paja tradicional del adobe por fibra de cabuya, se mejorará la cohesión del material, aumentando su resistencia a la compresión y flexión, además de disminuir la retracción del adobe. Asimismo, la incorporación de aceite de linaza ayudará a reducir la porosidad del adobe, mejorando así su resistencia al agua y su resistencia mecánica. (Zeas & Benalcázar, 2021)

La información que se presenta a continuación indica que, debido a la abundante producción de coco en Ecuador, se propone utilizar sus fibras como un nuevo sistema constructivo. Al aplicar este proceso, se logrará reducir el peso del hormigón. La incorporación de fibra de coco en bloques de terra-cemento puede ser una alternativa viable para su uso en paredes decorativas interiores, ofreciendo una opción que, aunque presenta baja resistencia, resulta en un hormigón liviano. (Molina & Aulestia, 2020)

En el área de la construcción es común que paredes de mampostería sea un problema las apariciones de humedad, por lo cual se lleva a cabo la aplicación de fibras naturales (cabuya) y fibras sintéticas (polipropileno) en la permeabilidad de morteros. Lo cual disminuyen la velocidad de absorción capilar de los morteros y disminuyen la absorción capilar en los morteros. Así como resultado obtenemos un material de menor peso y resistencia. (Viera et al., 2022)

Nos demuestra este proyecto que se tuvo que realizar el uso de alternativas nuevas para la alta demanda de recursos naturales en la industria de la construcción debido a explosión demográfica en zonas rurales y urbanas. Al utilizar ese bloque reducen el impacto y repercusiones en el medio ambiente. Nos comparte un buen desempeño térmico y manteniendo sus propiedades mecánicas, estos bloques se usarán en la creación de muros divisorios. (Solano et al., 2024)

El futuro de la arquitectura nos muestra nuevas alternativas como materiales naturales o el uso de reciclado, lo cual son dos métodos aceptables para así tener una reducción de CO2 que genera la industria de la construcción. Esta alternativa no necesita de cemento, mortero ni pegamento. El bloque es realizado mediante un proceso de ensamblado unos con otros mediante sistemas de ranuras y lengüetas, sus caracteres es 100% reciclables, menor huella de carbono que la madera o el hormigón. (Lora, 2023)

Este proyecto para mostrar nos habla que se tuvo como una alternativa que se tiene de uso que es el mampuesto ecológico que cumple con las especificaciones de las INEN 3066, este bloque es distinto ya que se retiró la grava y se aplicó piedra pómez e incorporar diferentes porcentajes de fibras de madera en la mezcla. Mediante este resultado nos brindan un claro comportamiento a la tracción de los

bloques y reduce su densidad, por lo cual nos brinda una gran alternativa para el medio ecológico, económico, sistema constructivo y estructural. (Lema, 2022)

El proyecto que nos muestra es el bloque con fibra de coco aporta a que el material sea eco-amigable, su sistema de aplicación en la construcción será muy aceptable por ser menos pesados que los bloques convencionales, el cual también nos aportara en que se tenga menos carga estructural. En caso de que se encuentre una falla como agrietamientos o fisuras las fibras van a ser quienes impidan la prolongación de dichas fallas. (Rivera et al., 2021)

Se estableció este proyecto en la elaboración de bloques de adobe con fibras de bagazo de caña de azúcar y la combinación de nopal en esta fabricación, el cual se presentó ventajas mecánicas, resistencia, elasticidad y de manera que nos proporciona una mejora en el comportamiento térmico, respecto a bloques de adobe tradicionales. La finalidad es repotenciar un material ya amigable al medio ambiente, con aplicaciones adicionales y naturales. (Robles, 2022)

Este proceso de fabricación de bloques en morteros con cemento es utilizado en la construcción de muro de mampostería, la cual sus problemas es el peso que se ejerce, el costo y las roturas o fallas que originan agrietamientos también. Sus alternativas en usar fibras de coco el cual ayudara a que sus agrietamientos no trasciendan y ayuden en el peso estructural, el cual sería más liviano. (Ospina, 2019)

El tema que se presenta aborda el uso de la tierra como uno de los materiales de construcción más antiguos, empleado de diversas maneras en contextos sociales, económicos y ambientales. En la actualidad, este método constructivo se utiliza principalmente en áreas rurales, como en la sierra. Se ha mejorado el proceso mediante la creación de bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cemento y fibras de bagazo de caña de azúcar, lo que proporciona mayor resistencia, durabilidad, propiedades térmicas e impermeabilidad frente a las frecuentes lluvias. (Cabrera & Tello, 2022)

El proyecto tiene como finalidad la mostrarnos la adherencia que tiene de un mortero el cual esta reforzado con fibras de abacá y tratada con hidróxido de sodio (NaOH 3%), el cual nos muestra una reducción de costos ya que el cemento solo

tendrá un bajo porcentaje. Nos dará un material duradero, flexible e impermeable. (Cordero & Plaza, 2022)

La presente investigación se realizó con el objetivo de proporcionar un método alternativo para reducir el impacto ambiental generado por los neumáticos en desuso. Se propone la fabricación de bloques de concreto que incorporen gránulos de caucho y fibras de acero. Para comparar y analizar las propiedades mecánicas obtenidas, se utilizarán bloques fabricados de manera artesanal como referencia, considerando su dosificación y el método de producción. La adición de este nuevo material en los bloques de concreto, en lugar de un 5% de su agregado fino, muestra un mejor desempeño en los ensayos de propiedades mecánicas realizados en este estudio, lo que sugiere que es una tecnología prometedora para investigaciones futuras. (Chiriboga & Quinteros, 2020)

El tema nos habla que las obras de construcción generan grandes cantidades de contaminación debido a la producción de grandes cantidades de gases de efecto invernadero en la industria de la piedra, como es el caso de la industria del ladrillo, donde la combustión en los hornos libera grandes cantidades de contaminantes. Por lo tanto, este estudio de caso investiga la viabilidad de utilizar fibra de coco en la producción de bloques de mampostería. (Álava & López, 2022)

Los fenómenos sísmicos son comunes en Ecuador, que se encuentra en el Cinturón de Fuego de Sudamérica. La ocurrencia de estos eventos tiene un impacto significativo en los elementos constructivos, lo que hace necesario investigar nuevas tecnologías para reforzar las estructuras y así reducir sus efectos destructivos. Los compuestos FRCM (Compuestos de Matriz Cementosa Reforzada con Tela) son técnicas que contribuyen al fortalecimiento de diversos componentes estructurales, como columnas, vigas y paredes. Se utilizan comúnmente fibras sintéticas, minerales y naturales como refuerzo. Los elementos de mampostería reforzados con fibras de cabuya han demostrado tener una mayor ductilidad en comparación con los muros no reforzados. (Cevallos et al., 2019)

El tema que nos habla es sobre que el adobe es un material de construcción poco resistente a la lluvia porque no está diseñado para una exposición constante al agua. Este problema sólo afecta al distrito de Cocharcas. ya que es evidente la alta

densidad de casas de adobe afectadas por el clima en la zona. Por esta razón, se ha desarrollado adobe con agregado de baba de nopal en dosis de 10%, 16% y 22%, y también en dosis de 1% de plumas de pollo. La adición de ambos estabilizadores permite mejoras tanto en la mecánica como en la calidad del tirón. Reducir la permeabilidad del adobe en la construcción de viviendas en zonas lluviosas. (Cisneros & Padilla, 2024)

El proyecto ha investigado el diseño óptimo de bloques de hormigón tipo B fabricados a partir de materiales no tradicionales procesados a partir de restos de madera, que sustituirán la proporción de áridos del 5%, 10%, 15% y 20% en volumen, de esta forma, la madera- Se obtuvo la mezcla de cemento "CMC" en términos de aislamiento térmico y acústico, se encontró una mejora significativa en comparación con la prueba de control. Los bloques tipo B fabricados con CMC serán un material de construcción eficaz para proyectos realizados en zonas con temperaturas extremas y altos niveles de ruido. (Manobanda, 2022)

Este proyecto se llevó a cabo como parte de un estudio para informarnos sobre la investigación relevante y las pruebas de laboratorio destinadas a desarrollar un tipo mejorado de bloque de construcción utilizando ceniza de hoja de plátano y fibras de tallo de plátano. Reducimos la cantidad de árido fino (arena) y mejoramos algunas de sus propiedades como trabajabilidad, durabilidad, densidad, resistencia al agua y resistencia a la compresión. Con el uso de fibra de tallo de plátano se pretende reducir la cantidad de árido grueso (piedra) y mejorar el bloque tradicional evitando grietas. (Carpio & Villon, 2023)

El objetivo del proyecto es crear un prototipo de bloques tradicionales elaborados a partir de aserrín y fibras plásticas PET, contribuyendo a reducir la contaminación ambiental en la construcción. Este nuevo material también permitirá ahorrar costes y crear puestos de trabajo en una economía circular. Los bloques de hormigón convencionales tienen menor porosidad y mayor conductividad térmica que los bloques ecológicos de uso diario. La calidad del material reciclado se analiza en cuanto a densidad, absorción, durabilidad y conductividad térmica para reducir la contaminación durante la producción. (Jácome & López, 2022)

El proyecto consiste en desarrollar bloques de mampostería utilizando caña de azúcar y fibras de algodón recicladas para reducir el impacto ambiental y ahorrar recursos. El uso de residuos agrícolas reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y limita su acumulación en los vertederos. La adición de fibras de algodón aumenta la resistencia y durabilidad del bloque, reduciendo los costos a largo plazo. La propuesta es una alternativa sostenible a los materiales tradicionales y pretende reducir el impacto sobre el medio ambiente. (Aguilar & Torres, 2024)

Este tema mostrado que es sobre el Cangahua, el cuales un tipo de suelo común en áreas afectadas por volcanes. Se caracteriza por su dureza y color amarillo. Este material se utilizó durante muchos años para construir casas en Ecuador, pero ya no se utiliza debido a la aparición de otros materiales de construcción de arcilla y cemento. La cangahua se puede utilizar no sólo para renovar edificios históricos de tierra, de los cuales hay muchos en Ecuador, sino también como un material alternativo de bajo consumo energético para la construcción de muros en construcciones nuevas (Vera et al., 2023).

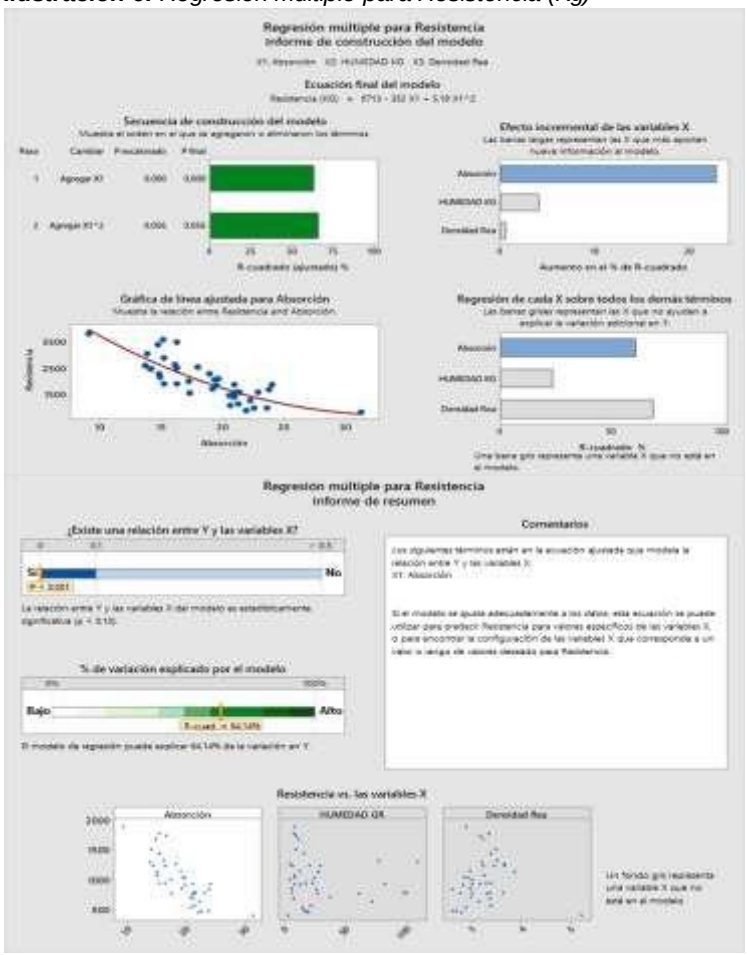
2.3 Referencias ULVR

Como referencia ULVR se analizó el caso de estudio de Prototipo de ladrillo ecológico elaborado con fibras de bagazo de caña de azúcar y arcilla para mampostería. Los objetivos incluyen definir las características físicas y mecánicas de los bloques ecológicos análogos, aprovechando sus particularidades en el prototipo. También se busca determinar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico a través de procedimientos empíricos y de laboratorio. Además, se propone un prototipo de ladrillo ecológico que cumpla con las normativas vigentes, evaluando sus beneficios y utilidad en el proceso de construcción. Actualmente, se está utilizando la materia prima de este prototipo para reemplazar un alto porcentaje de arcilla en la fabricación de bloques. Por lo tanto, es fundamental demostrar, mediante porcentajes específicos, si este material es adecuado para sustituir la arcilla. La metodología incluye una investigación analítica y un análisis comparativo entre el ladrillo ecológico y el ladrillo convencional, adoptando un enfoque mixto. Esto permitirá obtener datos sobre la fibra de bagazo de caña de azúcar (FBCA) en relación

con la sustitución porcentual de la arcilla en la elaboración del ladrillo ecológico. (Troya & Huilcarema, 2022)

Aunque la "viruta de madera" es uno de los componentes que aporta mayor dureza al ladrillo, las fibras de bagazo de caña de azúcar (FBCA) también cumplen con este objetivo. Por ello, es crucial generar datos que nos brinden una comprensión clara del comportamiento de estos materiales. A los 7 días de curado, se registró una resistencia de 804,385 Kgf (0,80 Ton) y una presión de 11,70 Kgf/cm² (1,15 MPa). A los 14 días, la resistencia aumentó a 1054,385 Kgf (1,05 Ton), con una presión de 15,34 Kgf/cm² (1,50 MPa). Finalmente, a los 28 días de curado, se alcanzó una resistencia de 1155 Kgf (1,16 Ton) y una presión de 16,80 Kgf/cm² (1,65 MPa).

Ilustración 6: *Regresión múltiple para Resistencia (Kg)*



Fuente: *Huilcarema & Troya (2024)*

2.4 Análisis tipológico de materiales

Actualmente en el mercado se ofrece una gran variedad de materiales de construcción ecológicos y sostenibles, destacando sus beneficios y aplicaciones en la arquitectura moderna. Aquí hay un resumen de los puntos clave:

Materiales de Construcción Ecológicos

Madera y Derivados:

Sostenibilidad: Orgánica, renovable, de bajo consumo energético en su procesamiento.

Reutilización: Puede ser reutilizada si proviene de bosques gestionados de manera sostenible.

Propiedades: Buena resistencia, aislamiento térmico, y versatilidad en su uso (ej. tableros OSB).

Arcilla y Materiales de Construcción de Arcilla:

Reciclabilidad: Fácil de eliminar o reciclar al final de su vida útil.

Propiedades Físicas: Regula la humedad, retiene contaminantes y mejora el clima interior.

Usos: Enlucido de arcilla, ladrillos de arcilla, pintura de arcilla.

Materiales de Construcción Reciclados:

Definición: Fabricados a partir de materias primas recicladas, reduciendo la necesidad de nuevas materias primas.

Ejemplos: Vidrio reciclado, plástico y metal reciclados.

Ladrillos de Arcilla y Materiales Reciclados:

Eficiencia Energética: Ladrillos de arcilla con paja son más ecológicos que los tradicionales.

Aislamiento: Proporcionan buen aislamiento térmico y son reciclables.

Materiales Aislantes Sostenibles:

Alternativas: En lugar de materiales sintéticos, se utilizan materias primas renovables como cáñamo, celulosa, lana, y fibras de madera.

Propiedades: Transpirables y térmicamente aislantes.

Equipamiento Interior Ecológico:

Revestimientos: Suelos de corcho o madera maciza, alfombras de tejidos naturales.

Pinturas Naturales: A base de cal, tiza o arcilla, sin disolventes.

Hormigón Celular Reciclable y Tejas de Hormigón:

Innovaciones: Nuevas tecnologías que reducen el uso de cemento y permiten el reciclaje de residuos.

Sostenibilidad: Bloques de hormigón celular y tejas de hormigón como alternativas más ecológicas.

Consideraciones Finales

Es importante tener en cuenta que no todos los materiales naturales son automáticamente sostenibles. Factores como el consumo energético en la producción, las rutas de transporte y el uso de aglutinantes químicos pueden afectar negativamente su sostenibilidad.

En resumen, se resalta la importancia de elegir materiales de construcción que no solo sean ecológicos, sino que también se integren de manera efectiva en un enfoque de construcción sostenible.

2.5 Modelos Análogos

El análisis de los modelos análogos nace fruto de la innovación en materiales ecológicos en proyectos y que ha provocado una mayor productividad, economía e innovación en el diseño para poder generar propuestas alternativas que generen un mayor acceso a la vivienda y mejoras en la calidad de vida de las personas.

1. Casa productiva La Balconera / Natura Futura – Ecuador

Ubicado en la ciudad de Montalvo, ciudad satélite de Babahoyo, del Ecuador, con 16 mil habitantes aproximadamente, ha basado su crecimiento urbano de forma horizontal, dispersa y de baja densidad. Proyecto de Arquitectos: Natura Futura Arquitectura, cuenta con un área de 400 m² y fue elaborada en 2022. El proyecto destaca por la recuperación de sistemas organizativos tradicionales como la galería y el soportal que promovía la conexión con la calle y la vida en comunidad. En este sentido se busca recuperar el vínculo entre el uso privado y lo público empleando una materialidad estructurada vista de caña guadua y madera de chanul.

Ilustración 7: *Modelo análogo 1 – Casa productiva la Balconera.*

Fuente: *ArchDaily (2022)*

El proyecto plantea un sistema de pórticos modulares que configuran la galería exterior; mediante vigas y tensores de tablones de madera y placas metálicas. La Balconera plantea una nueva posibilidad de diversificar centros urbanos, mediante la recuperación de la galería y el soportal tradicional como elementos configuradores que promueven la vinculación con la calle, desde un habitar colectivo y productivo.

2. Casa en Vila Matilde / Terra e Tuma Arquitetos Associados - Brasil

Ubicada en un lote urbano de 4.80 m por 25 m en São Paulo, esta residencia sustituye a una estructura deteriorada. Inmersa en un denso entorno urbano, la casa

de 95 metros cuadrados prioriza la funcionalidad, la durabilidad y la simplicidad, utilizando concreto expuesto y acero para lograr una estética moderna de bajo mantenimiento. Un patio central y aberturas bien situadas maximizan la luz natural y la ventilación, creando una sensación de apertura a pesar del tamaño de la estructura. El diseño equilibra eficiencia y comodidad, atendiendo a las necesidades de los usuarios y superando al mismo tiempo las limitaciones presupuestarias y de emplazamiento.

Ilustración 8: *Modelo análogo - Casa en Vila Matilde*

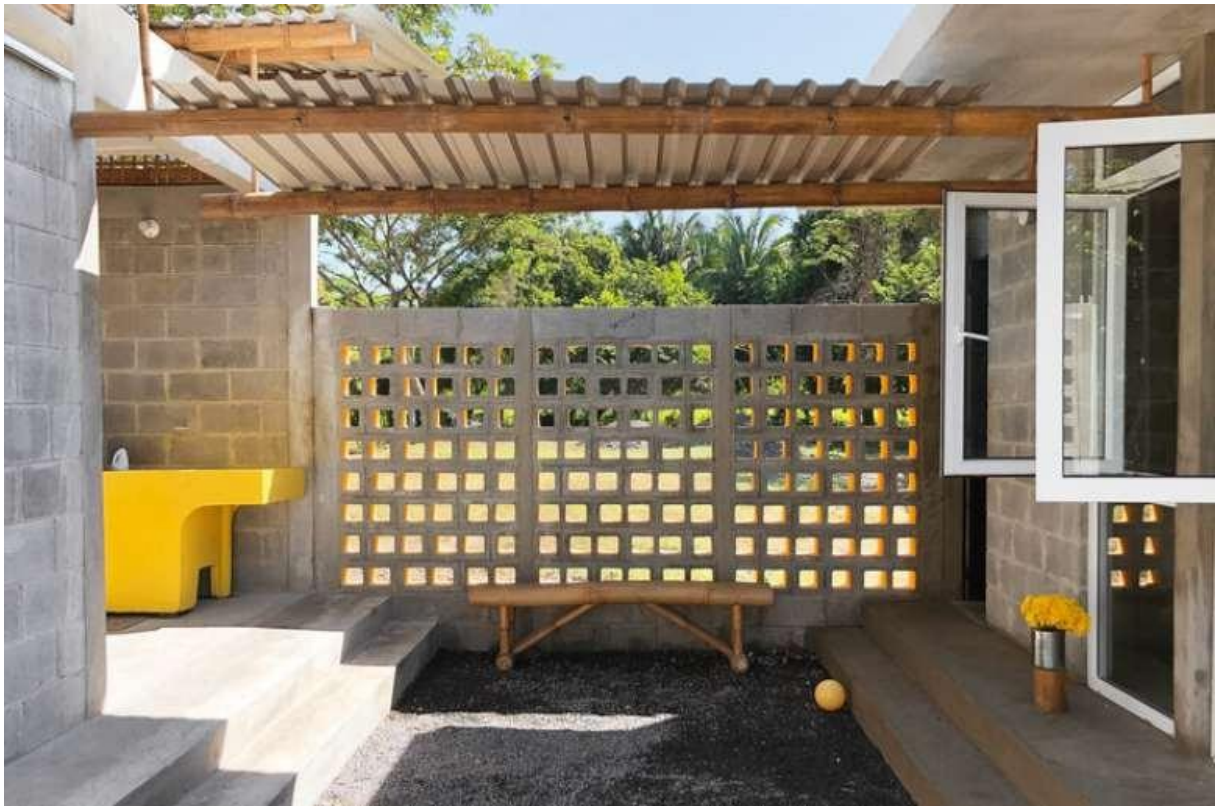
Fuente: *ArchDaily (2023)*

3. Plan B Guatemala / DEOC Arquitectos - Guatemala

En respuesta a la catástrofe del Volcán de Fuego, este proyecto destina 26 viviendas a las familias desplazadas por la erupción. Como modelo de vivienda auto-construida, cada unidad consta de dos bloques de construcción independientes: uno alberga las zonas sociales, la cocina y el baño, y el otro está destinado a los dormitorios, separados por un patio interior. Esta división permite que la vivienda se adapte a las distintas condiciones del emplazamiento, favoreciendo tanto la expansión

vertical como horizontal. La construcción emplea materiales duraderos y accesibles, como bloques de concreto, bambú y techos de acero.

Ilustración 9: *Modelo análogo – Casas Plan B Guatemala*



Fuente: *ArchDaily (2019)*

4. Casa Caja / S-AR + Comunidad Vivex - México

Este proyecto tiene como objetivo ofrecer procesos de diseño y planificación a familias de bajos ingresos y comunidades marginadas. Como iniciativa de arquitectura social, el enfoque constructivo pone énfasis en la participación activa de los futuros usuarios. En este caso, el cabeza de familia, un trabajador de la construcción promueve el sentido de propiedad, responsabilidad y compromiso con el proyecto. La vivienda está construida con bloques de concreto dispuestos sin traslapes para reforzar la estructura, y con losas aligeradas de concreto armado. Las paredes son de madera contrachapada, y los marcos de cristal están montados sobre barras de madera. El diseño favorece una vivienda permanente y habitable, con flexibilidad para futuras mejoras.

Ilustración 10: *Modelo análogo – Casa Caja*

Fuente: *ArchDaily (2020)*

5. Casa villa cerro Corá / ArquitecTava + Grupo Culata Jovai -Paraguay

Construido a lo largo de varias décadas, este proyecto representa el siguiente paso de una vivienda cercana al centro de Asunción. El diseño conserva la esencia de la estructura original, adaptándola al uso moderno, con la incorporación de una nueva galería y apartamentos en el nivel superior. El proyecto pone énfasis en el diseño sostenible a través de la reutilización de materiales, como el empleo de ladrillos antiguos para las nuevas paredes y los tradicionales kambuchis (jarras de cerámica) en un sistema de recolección de agua de lluvia. Esto refleja un enfoque orientado a la evolución, en lugar de optar por la completa demolición y reconstrucción.

Ilustración 11: *Modelo análogo – Casa Villa Cerro Corá*

Fuente: *ArchDaily (2024)*

2.6 Antecedentes

En el sector Los Vergeles, se evidencia una considerable escasez de viviendas, afectando notablemente a una proporción de la población local. Esta carencia se manifiesta en la insuficiencia de opciones habitacionales accesibles y adecuadas para las familias de bajos recursos que habitan en el sector. Los Vergeles comenzó como un asentamiento irregular hace 20 años, en una época en la que formaba parte de la zona rural de Guayaquil, situada al noroeste de la ciudad. En la actualidad, este lugar pertenece a la parroquia urbana de Pascuales.

Los Vergeles limita al Norte: Las Orquídeas, al Este: Rio Daule, al Sur: Ciudadela Huancavilca y al Oeste: Bastión Popular. Según el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) (Censos, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2018). Según el censo del 2010 la parroquia urbana donde se encuentra los Vergeles tiene una población de 104.344 habitantes donde la tasa de crecimiento anual de Guayaquil entre 2010 y 2023 se estima en un 1.8%. Utilizando estos datos podemos

estimar que la población actual de los Vergeles para el año 2023 es de 273.444 habitantes.

Sin embargo, es importante considerar que la población de los Vergeles ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años debido a la expansión urbana de Guayaquil, se estima que la población actual del sector podría superar los 300.000 habitantes. (Censos I. N., 2017)

En el sector existe una gran demanda de vivienda social debido a la presencia de familias con bajos ingresos que no pueden acceder a una vivienda digna. Las condiciones de habitabilidad de las viviendas sociales existentes son precarias con problemas de hacinamiento, falta de servicios básicos y deterioro de la infraestructura. Teniendo en cuenta que gran parte de las viviendas en los Vergeles se han construido de forma informal sin permisos ni una planificación adecuada, lo que conlleva a la vulnerabilidad de las viviendas frente a factores climáticos y desastres naturales.

2.6.1 Historia

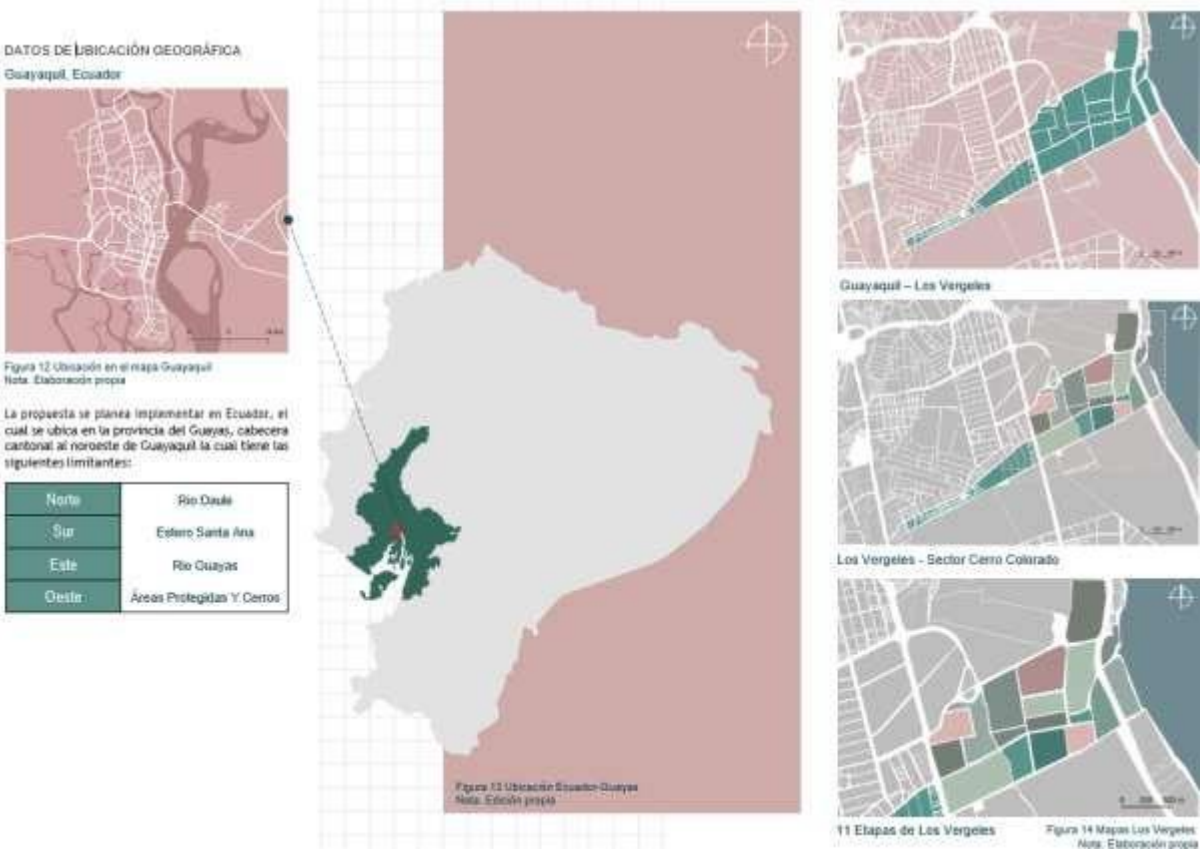
Ilustración 12: *Crecimiento histórico – Los Vergeles*

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

2.6.2 Ubicación geográfica

Los Vergeles es un suburbio ubicado en la parroquia Tarqui, al oeste del centro de Guayaquil, en la provincia de Guayas, Ecuador. Se encuentra cerca de otros suburbios como Las Orquídeas y Bastión Popular.

Ilustración 13: *Ubicación geográfica*

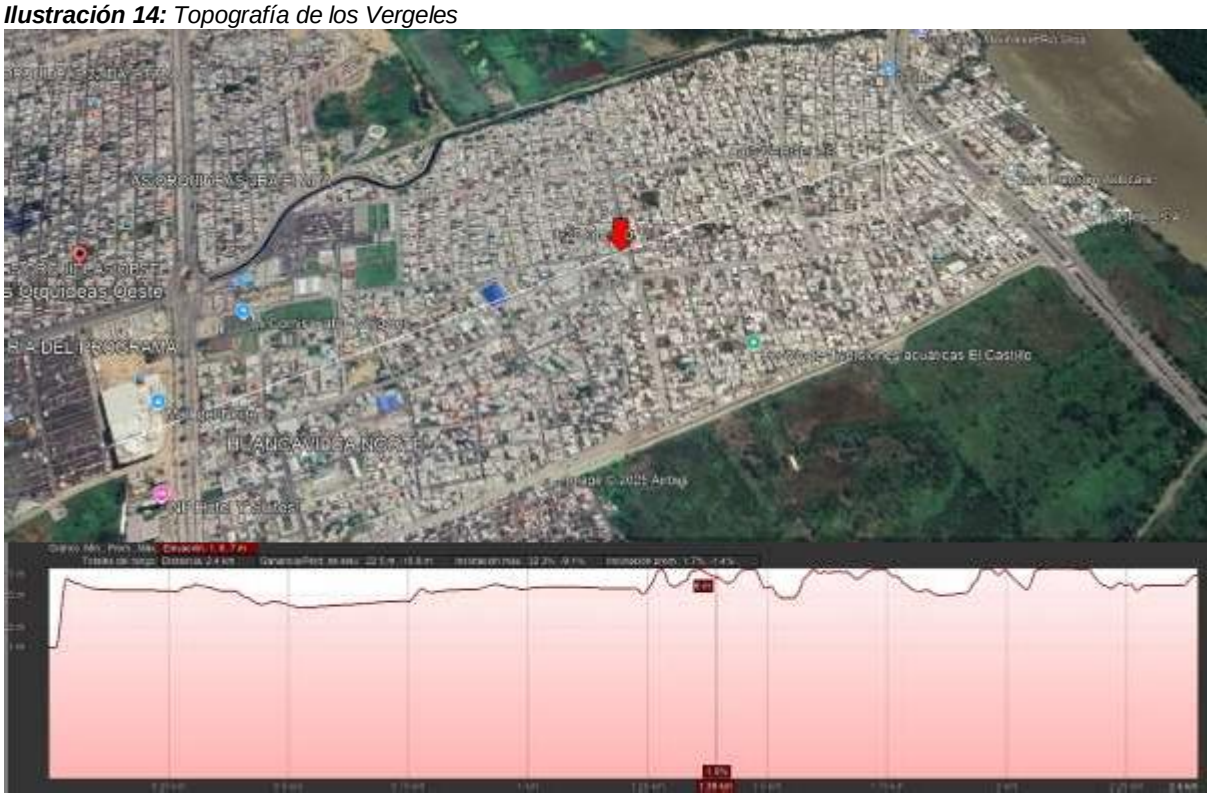


Elaborado por: *Sánchez (2025)*

2.6.3 Topografía

Cuenta con una topografía medianamente montañosa que cuenta con varias depresiones de terreno con un nivel mínimo de 4m.s.n.m. en la zona del estero hasta una máxima de 7 m.s.n.m. en la zona más alta, sin embargo, puede variar ligeramente entre zonas, suele distinguirse por terrenos planos y suaves ondulaciones.

Ilustración 14: *Topografía de los Vergeles*



Elaborado por: *Sánchez (2025)*

2.6.4 *Biodiversidad*

En lo que concierna a la flora, en el sector existen chisparo, matapalo, cade, clavellin, laurel, guaba de río. Además, hay plantas de roca como la toquilla de roca, begonias silvestres, helechos epifitos, caña guadua, entre otros. La fauna es muy diversa, entre los que se encuentran guantas, conejos, loros, diversos tipos de monos; también se encuentran una gran diversidad de anfibios e invertebrados.

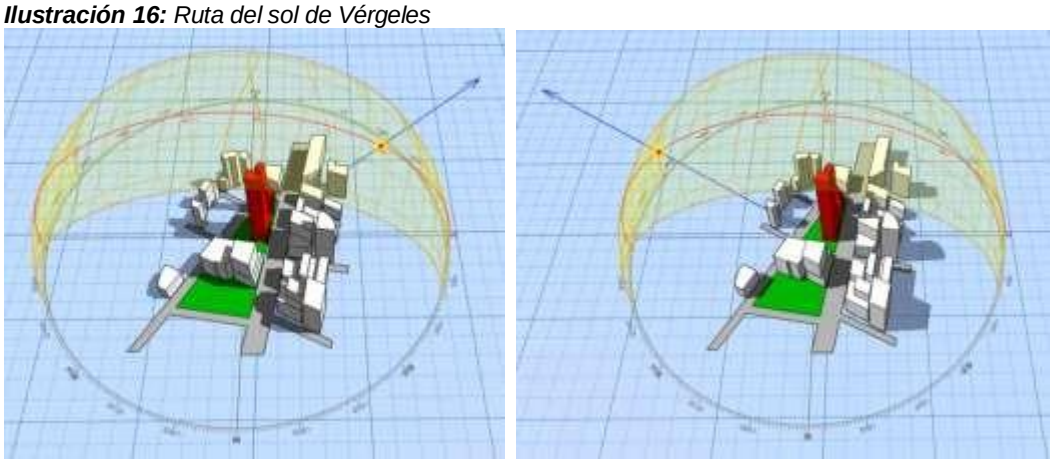
Ilustración 15: *Flora y Fauna del Cantón Naranjal*

Fuente: *PDyOT Guayaquil (2019-2024)*

2.6.5 Asoleamiento

El recorrido solar transcurre de este a oeste, con una mayor intensidad entre las 10:00 am a 15:00 pm, lo que causa en días cálidos una mayor exposición directa a los rayos solares. Este proceso se ve reflejado en la destacada variación de sombra durante el transcurso del día, particularmente entre los diferentes niveles de infraestructura y la vegetación del lugar. (Marsh, 2024)

Ilustración 16: *Ruta del sol de Vérgeles*



Elaborado por: *Sánchez (2025)*

2.6.6 *Temperaturas medias*

Las temperaturas máximas diarias varían desde 30° a 32°C, presentes principalmente en la jornada diurna, en tanto que en la noche las temperaturas bajan hasta llegar de 20° a 22° C. Estas condiciones no varían significativamente entre los meses de enero a mayo, mientras que, a mediados de año, en los meses de junio a diciembre las temperaturas caen considerablemente. (Meteoblue, 2024)

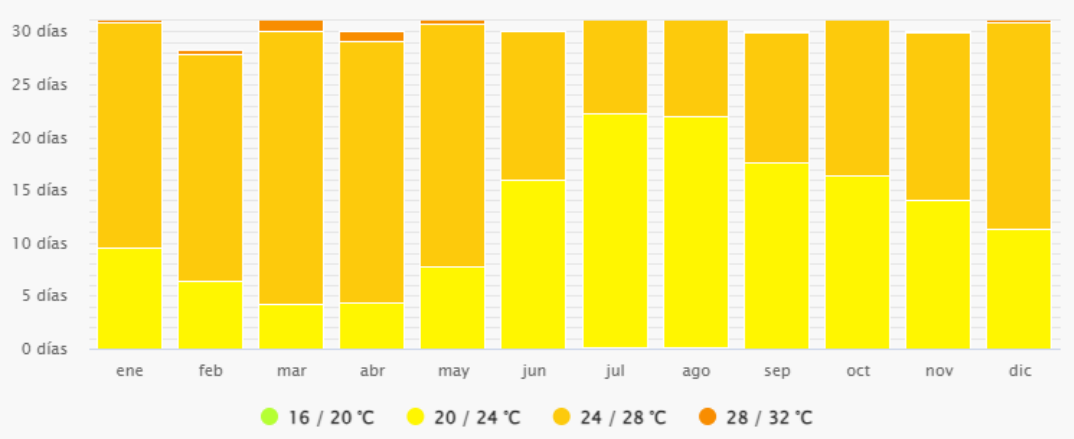
Ilustración 17: *Temperaturas medias de Guayaquil*

Fuente: *Meteoblue (2024)*

2.6.7 Temperatura

En el estudio de las temperaturas anuales, indica que las temperaturas durante todo el año oscilan entre los 24° a 28°C, especialmente en los meses de febrero a mayo con temperaturas máximas de 32°, que presentan una estimación de 9 a 10 días con temperaturas más altas. Por el contrario, los meses de junio, julio, agosto y septiembre, las temperaturas bajan a los 24° y permanece así 16 a 22 días de cada mes. (Meteoblue, 2024)

Ilustración 18: *Temperaturas máximas de Vérgeles*

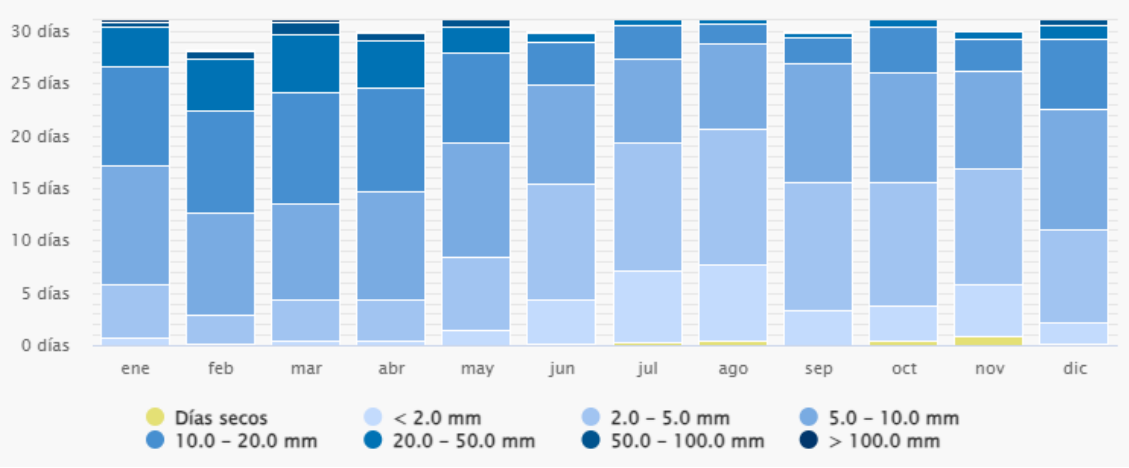


Fuente: *Meteoblue (2024)*

2.6.8 *Precipitación*

En el análisis podemos observar meses secos que se desplazan desde julio a noviembre con menos del 2.0 mm. Los meses de mayor precipitación son los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo con 50.0 a 100.0 mm. (Meteoblue, 2024)

Ilustración 19: Precipitaciones anuales de Naranjal



Fuente: *Meteoblue (2024)*

2.6.9 Rosa de los vientos

La orientación de los vientos en Vérgeles se da en dirección Suroeste al Noreste, habitualmente los vientos se intensifican en los meses de junio a septiembre, alcanzando una velocidad máxima de 10km/h. En los meses de diciembre a abril se experimenta vientos más suaves y menos intensos con una velocidad menor a 2km/h. (Meteoblue, 2024)

Ilustración 20: *Rosa de vientos*

Fuente: *Meteoblue (2024)*

2.7 Marco Legal

Este apartado nos va a detallar las principales normativas nacionales, las cuales tendrán como principio ser aceptadas en los materiales constructivos que serán llevado a cabo en la elaboración de cualquier construcción presente.

2.7.1 *Normativas Nacionales*

Capitulo segundo Derechos de buen vivir

Sección segunda – Ambiente sano

Art 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas,

la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales.

Art 15.- El Estado promoverá en el sector público y privado, el uso de tecnologías limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento, y uso de armas químicas, biológicas y nucleares orgánicos persistentes altamente tóxicos.

Sección sexta – Hábitat y Vivienda.

Art. 30.- Las personas tiene derecho a un habitad seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

Art. 31.- Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de esta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía.

Capítulo séptimo. – Derecho de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente, su existencia, mantenimiento y regeneración de sus ciclos de vitales, estructura, funciones, y procesos evolutivos. Toda persona comunidad o pueblo podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento del derecho de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos a la constitución en lo que proceda.

Art. 73.- El estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético natural.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

2.7.2 *Plan Nacional de Desarrollo – Plan de Desarrollo para el Nnuevo Ecuador* **2024 – 2025**

Este plan garantiza el derecho de los ciudadanos a través de cuatro ejes fundamentales. El eje de infraestructura, energía y medio ambiente para atender y mejorar la infraestructura vial, portuaria y energética, precautelando el uso adecuado de los recursos naturales. (PND, 2023)

Eje Infraestructura, Energía y Medio Ambiente

Es fundamental precautelar el uso responsable de los recursos naturales con el objetivo de preservar la sostenibilidad ambiental. Esto implica promover su conservación y regeneración; y al hacerlo se contribuye a mantener un equilibrio en los ecosistemas, se preserva la biodiversidad y se asegura que las generaciones futuras también puedan beneficiarse de estos recursos. La adopción de tecnologías sostenibles, la gestión eficiente de residuos y la concientización sobre la importancia de cuidar el medio ambiente son pasos clave para lograr un entorno ambientalmente sostenible.

Política 7.4, Conservar y restaurar los recursos naturales renovables terrestres y marinos, fomentando modelos de desarrollo sostenibles, bajos en emisiones y resilientes a los efectos adversos del cambio climático. Menciona en la estrategia a) Promover la conservación, restauración, protección, uso y aprovechamiento sostenible del patrimonio natural, con mecanismos y medios regulatorios establecidos para su gestión. b) Promover los modelos circulares que contribuyan a la reducción de la contaminación de los recursos naturales e hídricos.

Política 7.6, Fomentar a implementación de normas y estándares de construcciones resilientes y sostenibles en infraestructuras nuevas y existentes.

2.7.3 *Normativas Internacionales*

ISO 717, ISO 12354 e ISO 16283, son normas internacionales relacionadas con la acústica de edificios y la evaluación del aislamiento acústico en edificios y elementos de construcción.

ISO 925, aislamiento térmico - Condiciones de transmisión térmica y propiedades de los materiales.

ISO 717, se ocupa específicamente de la evaluación del aislamiento acústico en los edificios y el aislamiento acústico de los elementos de construcción.

ISO 12354, se centra en la determinación de las propiedades acústicas de los edificios en función de las propiedades de los elementos individuales.

ISO 16283, cubre las mediciones de campo del aislamiento acústico en edificios y elementos de construcción.

ISO 717, ISO 12354 e ISO 16283, son normas internacionales relacionadas con la acústica de edificios y la evaluación del aislamiento acústico en edificios y elementos de construcción.

ISO 717, se ocupa específicamente de la evaluación del aislamiento acústico en los edificios y el aislamiento acústico de los elementos de construcción.

ISO 12354, se centra en la determinación de las propiedades acústicas de los edificios en función de las propiedades de los elementos individuales.

ISO 16283, cubre las mediciones de campo del aislamiento acústico en edificios y elementos de construcción.

ISO 925, aislamiento térmico - Condiciones de transmisión térmica y propiedades de los materiales.

ISO 834, resistencia al fuego, establece que los bloques sometidos a una temperatura de 1200°C deben resistir al menos seis horas antes de carbonizarse.

2.7.4 *Norma Ecuatoriana de Construcción*

La Norma Ecuatoriana de construcción, se presentan los requerimientos y metodologías que deberán ser aplicados al diseño sismo resistente de edificios principalmente, y, en segundo lugar, a otras estructuras, complementadas con normas extranjeras reconocidas. (NEC, 2023)

Tenemos las siguientes normas que se deben aplicar según el documento oficial del NEC-SE-DS Norma Ecuatoriana de la construcción:

- NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
- NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas y Diseño Sismo Resistente
- NEC-SE-RE: Rehabilitación Sísmica de estructura
- NEC-SE-GM: Geotecnia y Diseña de Cimentaciones
- NEC-SE-HM: Estructura de Hormigón Armado
- NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
- NEC-SE-MP: Estructura de Mampostería Estructural
- NEC-SE-MD: Estructura de Madera.

Para la elaboración del prototipo de bloque se basará en los siguientes apartados de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN, tanto a nivel descriptivo como experimental.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 638, tipos de bloques de hormigón y los usos para los cuales están fabricados.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 639, se deberán usar bloques enteros tomados de forma aleatoria de las muestras seleccionada.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 640, resistencia mínima a la compresión.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 640, absorción a la humedad, los bloques no deberán exceder el porcentaje de absorción del 15%.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 641, consiste en la medición de la longitud del bloque hueco que ha sido saturado de agua, una segunda medición del mismo bloque seco y la repetición sucesiva de este proceso para lograr determinar el máximo valor de retracción.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN basada en la norma internacional ISO 10140, consta de la medición de ruido en decibelios mediante un prototipo de pared con el material a ser usado.

2.8 Marco Conceptual

Se han establecido explicaciones específicas para el léxico de esta investigación, delimitando conceptos clave que se vinculan directamente con nuestro proyecto. Esto permite una mejor comprensión del tema y demuestra que podemos utilizar definiciones técnicas obtenidas de otros autores, enriqueciendo así el marco teórico y la base conceptual de nuestro estudio.

Ladrillo tradicional

Para que el ladrillo sea comercializado y esté disponible para su adquisición en el mercado, es necesario que cumpla con las normativas y regulaciones nacionales vigentes, garantizando así su calidad y seguridad.

Ladrillo de arcilla cocida

“Estos tipos de bloques manufacturados se realizan con arcilla y agua en manera artesanal o en forma industrial” (Lachos, 2024, pp. 11).

Ladrillo ecológico

"La producción de bloques ecológicos tiene un impacto ambiental significativamente menor en comparación con los bloques convencionales. Es importante considerar tanto el tipo de material utilizado como el proceso industrial al que se somete, ya que estos factores influyen en la sostenibilidad del producto final." (Pedraza, 2019, pp. 13).

Mampuesto

Se puede establecer, que “dicho material se emplea en una obra de mampostería” (RAE, 2024).

Bagazo de la caña de azúcar

Son restos vegetales y fibrosos que queda del proceso agroindustrial del triturado de la caña de azúcar, representa el 30% del peso de la fibra vegetal (Lozano & Rojas, 2019, pp. 11).

Sostenible

Se puede avecinar que, estos materiales permanecen disponibles durante un largo período sin agotar los recursos ni causar un daño significativo al medio ambiente (RAE, 2024).

Arcilla

La arcilla es un material natural que presenta características como versatilidad, eficiencia energética, durabilidad y sostenibilidad. Se forma a partir de la erosión y oxidación de rocas sedimentarias (Carrasco & Tinoco, 2018, pp. 16).

Barro

Es un material que se extrae de las riberas de los ríos, compuesto por una mezcla de tierra o arena y agua. Este material, de consistencia terrosa y arcillosa, es moldeable y se endurece al ser sometido a altas temperaturas. El barro posee propiedades de absorción, lo que le permite retener humedad. Se utiliza comúnmente en la fabricación de cerámica, bloques y alfarería (Figueroa & Pérez, 2018).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

Se realiza un enfoque dirigido hacia la metodología integral que se realiza en conjunto de obtener resultados cuantitativos y cualitativos, lo cual se buscara aclarar la complejidad del prototipo de bloque desde una perspectiva clara y adecuada. La unión de estos componentes es investigar y brindar una información completa sobre lo realizado, expresando el entendimiento que se puede dar de forma social y ambiental a través del diseño. De esta manera damos a entender el enfoque que se quiere expresar de forma eficaz para obtener una vinculación del proyecto a la comunidad constructiva.

3.2 Tipo de investigación

En el campo de la investigación cuantitativa, existen diversos tipos de diseños, entre los cuales se encuentran la investigación experimental y la no experimental. Además, se pueden identificar subcategorías como los diseños preexperimentales, cuasiexperimentales y experimentales verdaderos o puros. Estas clasificaciones se basan en el nivel de control ejercido y en el objetivo del estudio.

Pre-experimentales: En este método se busca el estudio exploratorio para obtener datos iniciales que pueden ser útiles para formular hipótesis y planificaciones requeridas después.

Pre-experimentación: Se refiere a la fase principal del estudio experimental en la que se llevan a cabo sus pruebas preliminares y el cual carece de controles estrictos para que después se pueda incluir observaciones iniciales.

3.3 Alcance de la investigación

Para entender el alcance de la investigación, esta se puede clasificar en exploratoria, descriptiva, explicativa y correlacional, cada una con un enfoque y propósito específicos. En el contexto del estudio, se identifican tres alcances: el exploratorio, que investiga las posibilidades que ofrecen combinaciones innovadoras de materiales, en este caso, las fibras naturales. Este enfoque busca determinar si

estas combinaciones pueden dar lugar a un material sostenible para la fabricación de bloques, así como explorar los desafíos y oportunidades que presenta el uso de fibras naturales, como la caña de azúcar. Por otro lado, el alcance descriptivo se centra en detallar las propiedades y características específicas del prototipo creado.

3.4 Técnica e instrumentos para recopilar información

Las técnicas utilizadas en las investigaciones son procesos mediante los cuales se recopilan datos e información, que pueden incluir encuestas, entrevistas, análisis de documentos técnicos y observación en el campo. En este estudio, se aplicarán técnicas como la investigación, el análisis de documentos existentes y la observación de campo.

Para el análisis documental: Se indagaron artículos científicos, tesis, revistas y guías relacionadas con la exploración.

Para la observación de campo: Aquí se utilizarán herramientas principales como bitácoras físicas y digitales, así como una cámara de celular para recopilar información y registrar los eventos que puedan ocurrir.

Para la experimentación: Se necesitarán implementos como balanza gramera, guantes quirúrgicos, fibras naturales, cemento, recipientes medidores, estilete, termómetro digital profesional, horno y máquinas para realizar las pruebas mecánicas.

3.5 Variable de la investigación

3.5.1 Variables dependientes

En la presente investigación se examinarán las variables que ayudan a definir las características del grupo experimental. Por lo tanto, se utilizarán las siguientes variables dependientes:

Resistencia a la flexión y compresión.

Ensayo de absorción.

Conductividad térmica e inflamabilidad del bloque.

Ensayo acústico.

3.5.2 Variables independientes

Dentro del ámbito de la experimentación, existen diversas características que se pueden manipular para lograr mejores resultados en la definición del tratamiento.

3.6 Población y muestra

Para calcular la muestra y estimar la media, se recoge el dato numérico de la población de Vergeles, la cual cuenta con 13.800 habitantes. Una vez obtenido el valor antes mencionado se procede a seleccionar la formula del tamaño de muestra para la obtención del número total de encuestados.

Las variables de la formula se componen de:

Tabla 1: *Datos de la formula del tamaño de muestra*

n	Muestra poblacional	
N	Población Vergeles	13.800
s	Desviación estándar	0.5
e	Limite aceptable de error muestral (5%)	0.05
Z	Nivel de confianza (95%)	1.96

Fuente: *QuestionPro*

En donde:

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{z^2 N s^2}}{\mathbf{Z^2 s^2} + (\mathbf{N} - \mathbf{1})\mathbf{e^2}}$$

$$\mathbf{n} = \frac{((1.96^2)(13800)(0.05^2))}{(1.96^2)(0.05^2) + (13800 - 1)(0.05^2))}$$

$$\mathbf{n = 324\ personas}$$

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1 Presentación y análisis de encuestas

En este capítulo se presentarán los resultados de las encuestas realizadas a los pobladores de la Vergeles, los cuales nos expresaron de primera mano sus requerimientos para el buen uso, diseño y conformación de la propuesta, con la finalidad de identificar y priorizar las necesidades de los moradores del sector a intervenir.

Pregunta 1. ¿Cuál cree usted que es el beneficio de utilizar un bloque sostenible?

Tabla

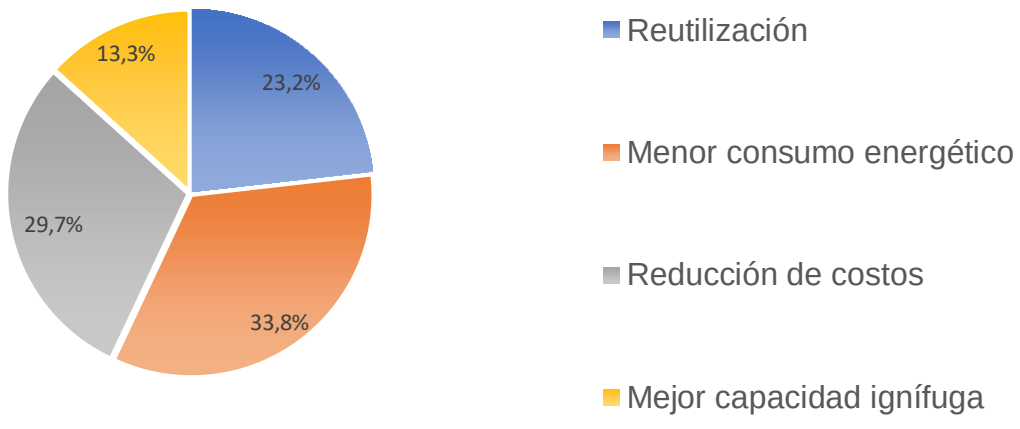
Tabla 2: *Frecuencia pregunta 1*

Criterios	Porcentaje	Frecuencia
Reutilización	23,2%	75
Menor consumo energético	33,8%	110
Reducción de costos	29,7%	96
Mejor capacidad ignífuga	13,3%	43
Total	100%	324

Fuente: *Sánchez (2025)*

Representación estadística

Esquema 1: *Resultados de la pregunta 1*



Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Análisis:

Tomando en cuenta la pregunta, se evidencia que un 23,2% de los ciudadanos piensa que uno de los principales beneficios son sus condiciones de reutilización del material en diversos elementos arquitectónicos lo que aporta a la reducción de costes, se genera un menor consumo energético por los procesos y puesta en sitio por parte del 33,8%. Con estos antecedentes el 29,7% de los encuestados perciben que es un material económico ya que genera un proceso de economía circular sostenible. Conforme a la práctica de algunas casas de bahareque de la zona, el 13,3% de las viviendas que emplearían este material tendrían una mayor capacidad ignifuga.

Pregunta 2. ¿Cuáles cree que son los principales problemas para el uso bloque sostenibles?

Tabla

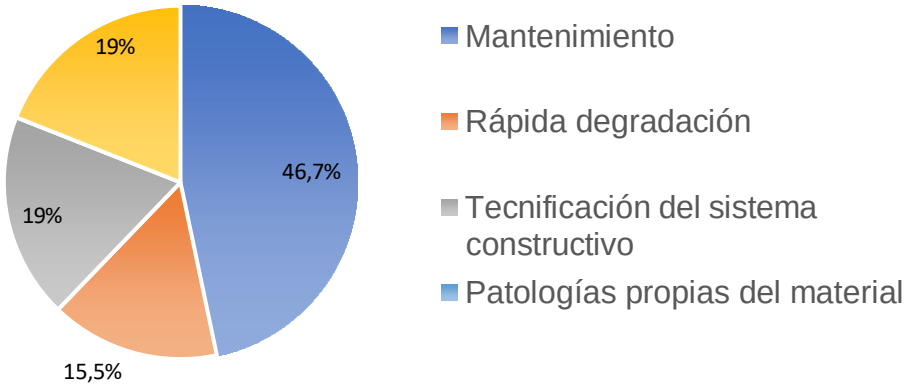
Tabla 3: *Frecuencia pregunta 2*

Criterios	Porcentaje	Frecuencia
Mantenimiento	46,7%	151
Rápida degradación	15,5%	50
Tecnificación del sistema constructivo	18,8%	61
Patologías propias del material	19%	62
Total	100%	324

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Representación estadística

Esquema 2: *Resultados de la pregunta 3*



Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Análisis:

En función de la pregunta, los resultados arrojan que el 46,7% de los encuestados si considera que uno de los problemas que tendría el material sería su constante mantenimiento, lo cual atribute a dos factores como la rápida degradación que se percibe en el 15,5% de los encuestados y las patologías que se pueden presentar en el material como hongos o plagas dentro del bagazo de caña con un 19%. Por cuestiones de la práctica de tecnificación la adopción de este como sistema constructivo propondría un problema hasta su adaptación total con un 18,8%.

Pregunta 3. ¿En qué elementos arquitectónicos desearía aplicar este tipo de material?

Tabla

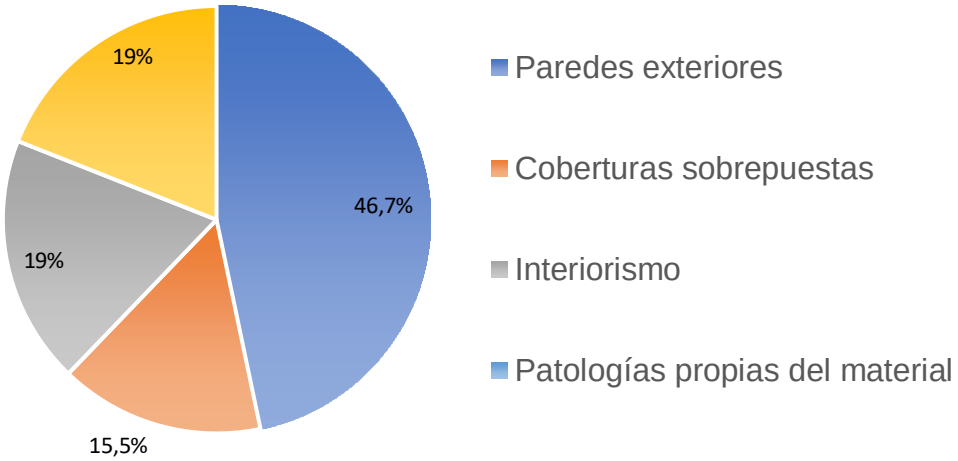
Tabla 4: *Frecuencia pregunta 3*

Criterios	Porcentaje	Frecuencia
Paredes exteriores	50,1%	162
Coberturas sobrepuestas	24,5%	79
Interiorismo	18,8%	61
Cubiertas	6,6%	22
Total	100%	324

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Representación estadística

Esquema 3: *Resultados de la pregunta 3*



Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Análisis:

De todas las personas encuestadas, se analizó que el 50,1% prefiere su aplicación en paredes exteriores por su diseño y atractivo en cuanto al acabado, mientras que el 6,6% prefiere solo colocarlo en cubiertas. El 24,5% de los encuestados cree novedoso colocarlo como fachaleta envolvente y un mínimo 18,8% por su textura desearía emplearlo en el interior de las viviendas otorgándole así un acabado esmaltado final.

Pregunta 4. ¿Considera usted que el diseño de un bloque es sostenible desde el punto de vista ambiental?

Tabla

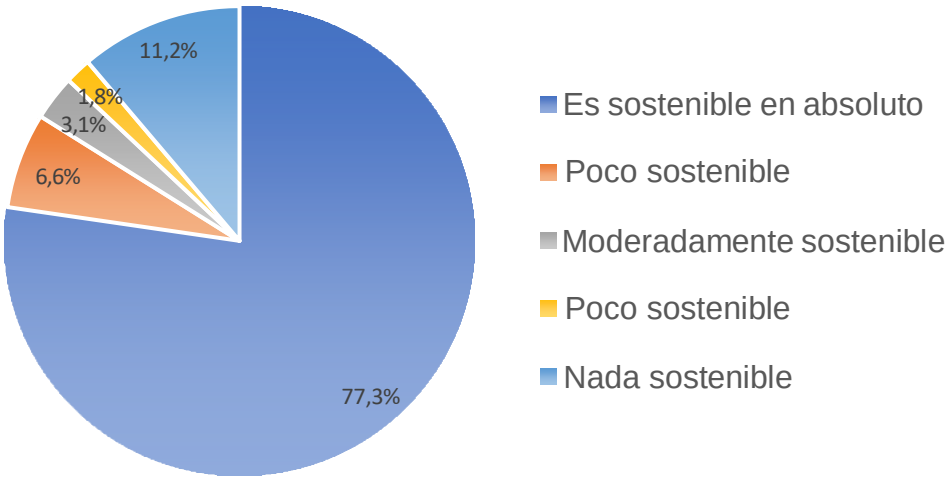
Tabla 5: *Frecuencia pregunta 4*

Criterios	Porcentaje	Frecuencia
Es sostenible en absoluto	77,3%	250
Sostenible	6,6%	21
Moderadamente sostenible	3,1%	10
Poco sostenible	1,8%	6
Nada sostenible	11,2%	37
Total	100%	324

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Representación estadística

Esquema 4: *Resultados de la pregunta 4*



Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Análisis:

En función de la pregunta expuesta la introducción de un material ecológico es sostenible desde el punto de vista ambiental, el 77,3% cree que el diseño es sostenible en absoluto. Además, el 6,6% lo considera sostenible, y el 3,1% moderadamente sostenible. En cambio, un 1,8% opina que es poco sostenible y el 11,2% cree que es nada sostenible.

4.2 Propuesta de Bloque Sostenible

Los avances tecnológicos actuales han transformado la manera de fabricar bloques, así como su composición y disposición. En este contexto innovador, Ecuador ha comenzado a experimentar con nuevos prototipos de bloques ecológicos desde perspectivas académicas y comerciales.

En Europa, a partir del siglo XVIII, se empezaron a documentar métodos de fabricación de bloques en el marco de la revolución industrial. Con la llegada de la mecanización, el ladrillo se convirtió en un material valioso para la industria y el comercio en el siglo XIX. A lo largo del siglo XX, historiadores de la arquitectura comenzaron a destacar el uso de materiales más modernos, como el hormigón, el acero y el vidrio (Ibarra, 2004, pág. 16).

El ladrillo es el material más empleado y común en la construcción a nivel mundial, gracias a sus características distintivas que le otorgan ventajas sobre otros materiales. Estas ventajas incluyen:

- Durabilidad: Las edificaciones de ladrillo superan a otros materiales en términos de longevidad, lo que les permite resistir el paso del tiempo.
- Facilidad de colocación y modulación: Su diseño permite una instalación sencilla y adaptable a diferentes estructuras.
- Alta resistencia física y química: Estas propiedades son el resultado del proceso de cocción a altas temperaturas, lo que garantiza su robustez y capacidad para soportar diversas condiciones (Ibarra, 2004, pp. 18).

Tabla 6: *Caracterización del material*

Variables	Dependiente	Independiente	Constante	No constante
BLOQUE SOSTENIBLE (BCA)		X		X
Tierra		X	X	
Cemento		X	X	
Agua		X		X
Compresión	X		X	
Flexión	X		X	

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

4.2.1 Descripción de la propuesta

La propuesta de este proyecto se enfocará en el desarrollo de un bloque sostenible no estructural, de dimensiones de 0,12*0,24*0,075 mts. y su utilidad en la construcción de muros. Uno de los principales beneficios de estos bloques es que se producen a partir de residuos agroindustriales como lo es el bagazo de caña de azúcar, lo que permitiría reducir 5.600 Kg de desechos anualmente en la provincia del Guayas. Conforme a estos datos se elaboró un plan de experimentación empezando por la descripción de los materiales, herramientas y equipos utilizados en el proceso de pruebas de laboratorio del bloque sostenible.

4.2.2 *Plan de experimentación*

Proceso 1. Obtención de bagazo de caña de azúcar

Para la obtención del bagazo triturado y desvainado, hubo contacto con Empresas Agroindustriales alrededor de Guayaquil, obteniendo en la zona del Laurel una productora agroindustrial de caña de azúcar que pudo facilitar el basado triturado, el bagazo se transportó al laboratorio Ruffilli de la Universidad de Guayaquil para llevar a cabo la prueba de clasificación de suelos, dado que este material es el principal agregado utilizado en la fabricación de los prototipos. Según se detalla en la tabla, el bagazo se clasifica como un agregado fino, ya que comienza a retener partículas a partir del tamiz N° 40, que tiene una abertura de 0,43 mm (0,043 cm),

donde se retiene el 90,72% del material, mientras que el 9,28% pasa a través del tamiz.

Tabla 7: *Proceso de homogenizado del bagazo de caña de azúcar*

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso parcial (gr)	Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado
No. 40	0,43	111,89	90,72	90,72	**9,28**
Fondo		11,45	9,28	100,00	**0,00**
Total		**123,34**			

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Proceso 2. Preparación de suelo - caracterización

Para obtener los resultados requeridos y determinar de manera cuantitativa el tipo de suelo presente en el sector "Los Vergeles", nos basamos en las directrices de la norma ASTM D 422. Este método permite conocer los porcentajes de suelo que atraviesan diferentes series de tamices utilizados en el ensayo, hasta llegar a la malla No. 200. Las partículas que son más pequeñas que estas mallas se analizan mediante un proceso de sedimentación utilizando un hidrómetro.

Tabla 8: *Caracterización del suelo de la zona de estudio para su empleo en la fabricación de bloques.*

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso parcial (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado
3/4"	19,050	34,60	2,18	2,18	97,82
No. 4	4,750	36,00	2,26	4,44	95,56
No. 8	2,360	29,60	1,86	6,30	93,70
No. 16	1,180	51,20	3,22	9,52	90,48
No. 30	0,600	120,40	7,57	17,09	82,91
No. 50	0,300	225,70	14,19	31,28	68,72
No. 100	0,150	247,60	15,57	46,85	53,15
No. 200	0,075	177,40	11,15	58,00	42,00
Fondo		668,00	42,00	100,00	0,00
Total		1590,50	100,00		

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Los resultados obtenidos que el estrato de tierra para poder ser conformado de manera más eficiente con el bagazo por su grado de tamizaje y porcentaje de retención presentando 3 tamices adecuados siendo:

- El tamiz No. 4 presenta un pasante acumulado del 95.56% y un porcentaje retenido del 4.44%, lo que indica la presencia de grava.
- El tamiz No. 100 muestra un pasante del 53.15% y un porcentaje retenido del 46.85%, correspondiente a la arena.
- En el caso del tamiz No. 200, se registra un pasante acumulado del 42% y un porcentaje retenido del 56%, que representa los finos. De esta manera, se logra obtener el 100% del suelo utilizado en el ensayo.

Conforme a esta comparativa se determinó que el tamiz No. 4 presenta mejores condiciones de adherencia y retención del líquido para la fibra natural de bagazo de caña de azúcar por su alto contenido de agua, lo que lo vuelve una tierra óptima para el desarrollo del bloque sostenible.

Proceso 3. Caracterización química del pegante - ceniza

La caracterización química de la ceniza utilizada en bloques de bahareque puede incluir componentes como sílice, alúmina y óxido de hierro, que influyen en las propiedades mecánicas y térmicas del material. Estos elementos son cruciales para entender su comportamiento en la construcción y su durabilidad.

La adición de ceniza puede mejorar la densidad y dureza del material, aunque su proporción debe ser cuidadosamente controlada para evitar debilitar la estructura.

Se caracterizo la ceniza por que ayuda a la incorporación de la fibra natural en la mezcla puede ayudar a mejorar la cohesión y resistencia del material, mitigando el riesgo de fisuras y deformaciones. Se sugiere una dosificación adecuada de ceniza en la mezcla de tierra y otros agregados, manteniendo un equilibrio que favorezca la resistencia y durabilidad del bahareque.

Tabla 9: *Caracterización química de la ceniza como pegante.*

Elementos (%)	SiO2	Al2O3	K2O	Fe2O3	CaO	MnO	TiO2	P2O5	S
Solidos	28,9	7.81	8.86	4.46	43.48	0.30	0.29	4.23	1.07

Fuente: *Caracterización química de materiales del laboratorio Ruffilli (2025)*

La caracterización química de la ceniza en bloques de bahareque es esencial para optimizar su uso en la construcción, asegurando que se cumplan los estándares de resistencia y durabilidad necesarios para las edificaciones rurales.

Proceso 4. Definición de herramientas

Balanza de tipo digital

Es un instrumento de pesaje que utiliza sensores electrónicos para medir el peso de un objeto y mostrar la lectura en una pantalla. Estas balanzas son precisas y se utilizan en diversas aplicaciones, desde el hogar hasta laboratorios y entornos industriales

Ilustración 21: *Balanza digital con peso*

Elaborado por: Sánchez (2025)

Moldes de madera con silicón

Los moldes de madera con silicón son herramientas utilizadas en la fabricación de piezas y elementos decorativos en diversas aplicaciones, como la construcción, la artesanía y la escultura. Este tipo de moldes combina la rigidez y la facilidad de trabajo de la madera con la flexibilidad y la capacidad de detalle del silicón.

Ilustración 22: *Molde tipo con material*

Elaborado por: Sánchez (2025)

Lavacara plástica

Instrumento utilizado para la elaboración de la mezcla inicial de los componentes del bahareque y posterior pesaje.

Ilustración 23: *Lavacara plástica*

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Pala dosificadora

Pala plástica para acoplar las dosificaciones y proceso de mezcla de cada elemento del bahareque con la inclusión del bagazo de caña de azúcar.

Ilustración 24: *Pala dosificadora*

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Mezcladora

Una mezcladora instrumento diseñado para mezclar los componentes del hormigón (cemento, agua, arena y grava) de manera uniforme y eficiente. Estas mezcladoras son esenciales en la construcción, ya que garantizan que el hormigón tenga la consistencia y las propiedades necesarias para su uso en diversas aplicaciones, desde cimientos hasta estructuras complejas.

Ilustración 25: *Mezcladora*

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Anemómetro

Aparato meteorológico que se usa para la predicción del clima y específicamente, para medir la velocidad del viento. Por otro lado, el anemómetro nos permite medir; temperatura, frío, humedad relativa, humedad específica, punto de rocío, punto de evaporación y presión barométrica.

Ilustración 26: *Anemómetro*

Elaborado por: S*ánchez (2025)*

Pirómetro

Es un medidor de temperatura de una porción de superficie de un objeto a partir de la emisión de luz del tipo cuerpo negro que produce.

Ilustración 27: *Pirómetro*

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Sonómetro

Aparato que mide el nivel de ruido que existe en un determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio.

Ilustración 28: *Sonómetro*

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Prensa hidráulica

Prensa hidráulica con capacidad de resistencia de 12 Ton y gato hidráulico de 12 Ton añadido un manómetro con capacidad de 2000 psi.

Ilustración 29: *Prensa hidráulica para pruebas de compresión*

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

4.2.3 Experimentación

Se crearán modelos experimentales a través de una muestra de bloque con las siguientes medidas: 0,24*0,12*0,075 configurando un prototipo base para la experimentación, en este caso se emplearon materiales correspondientes al desarrollo de la técnica del bahareque como tierra, ceniza y agua configurando la composta mediante la implementación del bagazo de caña de azúcar como elemento biótico lo cual genera una consistencia del material y lo hace apto para la construcción contemplando la siguiente bitácora de dosificaciones base para la tabla de experimentaciones de la propuesta (*Ver Tabla 25*).

Tabla 10: *Tabla de dosificaciones del prototipo bahareque + bagazo de caña*

TABLA DE CONTROL DE DOSIFICACIÓN DEL PROTOTIPO								
FECHA	**MUESTRAS**	**PESO kg**	**TIERRA kg**	**BAGAZO kg**	**CENIZA kg**	**AGUA kg**	**TIEMPO Min/h**	**FECHA ROTURA**
10/1/2025	M#1	2,323	2,16	0,031	0,031	0,10	3 h	7/2/2025
11/1/2025	M#2	2,660	2,16	0,175	0,175	0,15	3 h	8/2/2025
12/1/2025	M#3	2,573	2,16	0,18	0,14	0,10	3 h	9/2/2025
13/1/2025	M#4	2,410	2,16	0,10	0,05	0,10	3 h	10/2/2025
14/1/2025	M#5	2,560	2,16	0,25	0,05	0,10	3 h	11/2/2025
15/1/2025	M#6	2,623	2,16	0,3125	0,05	0,10	3 h	12/2/2025
16/1/2025	M#7	2,685	2,16	0,25	0,18	0,10	3 h	13/2/2025
17/1/2025	M#8	2,673	2,16	0,325	0,0875	0,10	3 h	14/2/2025

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

4.2.4 *Cálculo del volumen del bloque*

$$Volumen = Largo\ x\ Ancho\ x\ Espesor$$

$$\text{Volumen} = 0.24\text{m} \times 0.12\text{m} \times 0.075\text{m} = 0.00216m^3$$

Justificación:

El cálculo del volumen de un bloque prototipado es una fórmula básica utilizada para determinar la cantidad de material necesario. Esta fórmula se basa en la geometría estándar de prueba de bloques (muestra), que debe cumplir con las especificaciones de espesor y tamaño indicadas en las normativas de construcción, como la NEC 2015 (Secretaría Técnica de la NEC, 2015), que establece los tamaños y tolerancias permitidos para los paneles prefabricados.

4.*2.5 Dosificaciones*

Dosificación por materiales (Prototipo 1.25,1.25%) – M#1

- **Tierra**: Para calcular la cantidad de cemento se usa la relación de mezcla típica de bahareque no estructural, con la siguiente dosificación de agregados para su conformación.
- **Bagazo de caña**: Utilizaremos una **densidad de 2,5 kg/m³** y una **dosificación** de **1%** del volumen total.
- **Ceniza**: El porcentaje será **1.25%** del volumen total, como especificaste.
- **Agua**: La dosificación de agua es generalmente entre **1.25%** del peso total de la mezcla.

Tabla 11: *Dosificación prototipo M#1*

PORCENTAJE TIERRA			
M#1			
2,323		100	G3,00
2,16		1	

PORCENTAJE BAGAZO			
M#1			
2,323		100	1,35
0,031		1	

PORCENTAJE CENIZA			
M#1			
2,323		100	1,35
0,031		1	

PORCENTAJE AGUA			
M#1			
2,323		100	4,31
0,10		1	

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Dosificación por materiales (Prototipo 6,6%) – M#2

- **Tierra**: Para calcular la cantidad de cemento se usa la relación de mezcla típica de bahareque no estructural, con la siguiente dosificación de agregados para su conformación.
- **Bagazo de caña**: Utilizaremos una **densidad de 18 kg/m³** y una **dosificación** de **5%** del volumen total.

- **Ceniza**: El porcentaje será **6%** del volumen total, como especificaste.
- **Agua**: La dosificación de agua es generalmente entre **6%** del peso total de la mezcla.

Tabla 12: *Dosificación prototipo M#2*

PORCENTAJE TIERRA

M#2			
2,660		100	81,20
2,16		1	

PORCENTAJE BAGAZO

M#2			
2,660		100	6,57G
0,175		1	

PORCENTAJE CENIZA

M#2			
2,660		100	6,57G
0,175		1	

PORCENTAJE AGUA

M#2			
2,660		100	5,64
0,15		1	

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Dosificación por materiales (Prototipo 6,4%) – M#3

- **Tierra**: Para calcular la cantidad de cemento se usa la relación de mezcla típica de bahareque no estructural, con la siguiente dosificación de agregados para su conformación.
- **Bagazo de caña**: Utilizaremos una **densidad de 12 kg/m³** y una **dosificación** de **5%** del volumen total.
- **Ceniza**: El porcentaje será **6%** del volumen total, como especificaste.
- **Agua**: La dosificación de agua es generalmente entre **4%** del peso total de la mezcla.

Tabla 13: *Dosificación prototipo M#3*

PORCENTAJE TIERRA

M#3			
2,573		100	83,G7
2,16		1	

PORCENTAJE BAGAZO

M#3			
2,573		100	6,80
0,18		1	

PORCENTAJE CENIZA

M#3			
2,573		100	5,34
0,14		1	

PORCENTAJE AGUA

M#3			
2,573		100	3,8G
0,10		1	

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Dosificación por materiales (Prototipo 1.75,2.50%) – M#4

- **Tierra**: Para calcular la cantidad de cemento se usa la relación de mezcla típica de bahareque no estructural, con la siguiente dosificación de agregados para su conformación.
- **Bagazo de caña**: Utilizaremos una **densidad de 15 kg/m³** y una **dosificación** de **1,5%** del volumen total.
- **Ceniza**: El porcentaje será **1.75%** del volumen total, como especificaste.
- **Agua**: La dosificación de agua es generalmente entre **2.50%** del peso total de la mezcla.

Tabla 14: *Dosificación prototipo M#4*

PORCENTAJE TIERRA

M#4			
2,410		100	8G,63
2,16		1	

PORCENTAJE BAGAZO

M#4			
2,410		100	4,15
0,10		1	

PORCENTAJE CENIZA

M#4			
2,410		100	2,07
0,05		1	

PORCENTAJE AGUA

M#4			
2,410		100	4,15
0,10		1	

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Dosificación por materiales (Prototipo 9,2.50%) – M#5

- **Tierra**: Para calcular la cantidad de cemento se usa la relación de mezcla típica de bahareque no estructural, con la siguiente dosificación de agregados para su conformación.
- **Bagazo de caña**: Utilizaremos una **densidad de 20 kg/m³** y una **dosificación** de **7%** del volumen total.
- **Ceniza**: El porcentaje será **9%** del volumen total, como especificaste.
- **Agua**: La dosificación de agua es generalmente entre **2.5%** del peso total de la mezcla.

Tabla 15: *Dosificación prototipo M#5*

PORCENTAJE TIERRA

M#5			
2,56		100	84,38
2,16		1	

PORCENTAJE BAGAZO

M#5			
2,56		100	G,77
0,25		1	

PORCENTAJE CENIZA

M#5			
2,56		100	1,G5
0,05		1	

PORCENTAJE AGUA

M#5			
2,56		100	3,G1
0,10		1	

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Dosificación por materiales (Prototipo 12.5,2.5%) – M#6

- **Tierra**: Para calcular la cantidad de cemento se usa la relación de mezcla típica de bahareque no estructural, con la siguiente dosificación de agregados para su conformación.
- **Bagazo de caña**: Utilizaremos una **densidad de 25 kg/m³** y una **dosificación** de **10%** del volumen total.
- **Ceniza**: El porcentaje será 12.5**%** del volumen total, como especificaste.
- **Agua**: La dosificación de agua es generalmente entre **2.5%** del peso total de la mezcla.

Tabla 16: *Dosificación prototipo M#6*

PORCENTAJE TIERRA

M#6			
2,623		100	82,36
2,16		1	

PORCENTAJE BAGAZO

M#6			
2,623		100	11,G2
0,3125		1	

PORCENTAJE CENIZA

M#6			
2,623		100	1,G1
0,05		1	

PORCENTAJE AGUA

M#6			
2,623		100	3,81
0,10		1	

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Dosificación por materiales (Prototipo 12.5,8%) – M#7

- **Tierra**: Para calcular la cantidad de cemento se usa la relación de mezcla típica de bahareque no estructural, con la siguiente dosificación de agregados para su conformación.
- **Bagazo de caña**: Utilizaremos una **densidad de 22 kg/m³** y una **dosificación** de **10%** del volumen total.
- **Ceniza**: El porcentaje será **12.5%** del volumen total, como especificaste.
- **Agua**: La dosificación de agua es generalmente entre **8%** del peso total de la mezcla.

Tabla 17: *Dosificación prototipo M#7*

PORCENTAJE TIERRA				PORCENTAJE BAGAZO				PORCENTAJE CENIZA				PORCENTAJE AGUA			
M#7				M#7				M#7				M#7			
2,69		100	80,45	2,69		100	G,31	2,69		100	6,52	2,69		100	3,72
2,16		1		0,25		1		0,18		1		0,10		1	

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Dosificación por materiales (Prototipo 12.5,4%) – M#8

- **Tierra**: Para calcular la cantidad de cemento se usa la relación de mezcla típica de bahareque no estructural, con la siguiente dosificación de agregados para su conformación.
- **Bagazo de caña**: Utilizaremos una **densidad de 26 kg/m³** y una **dosificación** de **10%** del volumen total.
- **Ceniza**: El porcentaje será **12.50%** del volumen total, como especificaste.
- **Agua**: La dosificación de agua es generalmente entre **4%** del peso total de la mezcla.

Tabla 18: *Dosificación prototipo M#8*

PORCENTAJE TIERRA				PORCENTAJE BAGAZO				PORCENTAJE CENIZA				PORCENTAJE AGUA			
M#8				M#8				M#8				M#8			
2,673		100	80,82	2,673		100	12,16	2,673		100	3,27	2,673		100	3,74
2,16		1		0,325		1		0,0875		1		0,10		1	

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Todas estas dosificaciones fueron efectuadas conforme a un riguroso cronograma de experimentación rescatando estas 8 muestras como las mejor puntuadas en cuanto a su caracterización mecánica y física de las posteriores pruebas.

4.2.6 Resultados de caracterización física y mecánica

Para la caracterización inicial de cada uno de los materiales se designó la siguiente tabla de porcentajes para determinar las cantidades base en cada módulo de muestra de bloque de 0,24*0,12*0,075 mts.

Tabla 19: *Porcentaje de componentes de cada prototipo*

PORCENTAJE DE COMPONENTES							
MUESTRAS	**FORMATO BLOQUE**	**PESO kg**	**TIERRA %**	**BAGAZO %**	**CENIZA %**	**AGUA %**	**TOTAL %**
M#1	0,24*0,12*0,075	2,3225	93,00	1,35	1,35	4,31	100
M#2	0,24*0,12*0,075	2,66	81,20	6,579	6,579	5,64	100
M#3	0,24*0,12*0,075	2,57	83,97	6,80	5,34	3,89	100
M#4	0,24*0,12*0,075	2,41	89,63	4,15	2,07	4,15	100
M#5	0,24*0,12*0,075	2,56	84,38	9,77	1,95	3,91	100
M#6	0,24*0,12*0,075	2,62	82,36	11,92	1,91	3,81	100
M#7	0,24*0,12*0,075	2,69	80,45	9,31	6,52	3,72	100
M#8	0,24*0,12*0,075	2,6725	80,82	12,16	3,27	3,74	100

Elaborado por: Sánchez (2025)

4.2.7 Pruebas de Compresión

Se mide largo, ancho y grosor, con ayuda de un calibrador en cada una de las probetas realizadas. Los datos generales para la resistencia se basan en la normativa NEC 155. Entre los resultados generalizados la mayor resistencia a la compresión las generaron 3 prototipos por igual M#2, M#5 y M#6 con la misma valoración de 26666,67 kg/m2. resultando en 2,67 kg/cm2.

Tabla 20: *Pruebas de compresión de cada prototipo*

PRUEBAS DE COMPRESIÓN											
FECHA	**MUESTRAS**	**FORMATO BLOQUE**	**PESO kg**	**TIERRA kg**	**BAGAZO kg**	**CENIZA kg**	**AGUA kg**	**FECHA ROTURA**	**RES ROT COMPRESIÓN kg**	**m2**	**kg/m2**
15/1/2025	M#1	0,24*0,12*0,075	2,31	2,16	0,03	0,03	0,10	12/2/2024	689	0,0288	23923,61
16/1/2025	M#2	0,24*0,12*0,075	2,59	2,16	0,14	0,14	0,15	13/2/2024	768	0,0288	26666,67
17/1/2025	M#3	0,24*0,12*0,075	2,51	2,16	0,14	0,11	0,10	14/2/2024	708	0,0288	24583,33
18/1/2025	M#4	0,24*0,12*0,075	2,38	2,16	0,08	0,04	0,10	15/2/2024	770	0,0288	26736,11
19/1/2025	M#5	0,24*0,12*0,075	2,50	2,16	0,20	0,04	0,10	16/2/2024	768	0,0288	26666,67
20/1/2025	M#6	0,24*0,12*0,075	2,55	2,16	0,25	0,04	0,10	17/2/2024	768	0,0288	26666,67
21/1/2025	M#7	0,24*0,12*0,075	2,60	2,16	0,20	0,14	0,10	18/2/2024	710	0,0288	24652,78
22/1/2025	M#8	0,24*0,12*0,075	2,59	2,16	0,26	0,07	0,10	19/2/2024	770	0,0288	26736,11

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

4.2.8 Pruebas de Flexión

Se mide largo ancho y grosor, con ayuda de un calibrador en cada una de las probetas realizadas. Se pesan las probetas, con una precisión de 0.1 Kg, para obtener datos respectivos de las probetas. Se mide el diámetro y longitud de los apoyos. Entre los resultados más destacados el prototipo M#8 tuvo la flexión que lo genera como un elemento elástico.

Tabla 21: *Pruebas de flexión de cada prototipo.*

PRUEBAS DE FLEXIÓN											
FECHA	MUESTRAS	FORMATO BLOQUE	PESO kg	TIERRA kg	BAGAZO kg	CENIZA kg	AGUA kg	FECHA ROTURA	RES ROT FLEXIÓN kg	FÓRMULA	kg/m2
15/1/2025	M#1	0,24*0,12*0,075	2,31	2,16	0,025	0,025	0,10	12/2/2024	52	3*F*L/2*b*d2	866,67
16/1/2025	M#2	0,24*0,12*0,075	2,59	2,16	0,14	0,14	0,15	13/2/2024	62	3*F*L/2*b*d2	1033,33
17/1/2025	M#3	0,24*0,12*0,075	2,51	2,16	0,14	0,11	0,10	14/2/2024	62	3*F*L/2*b*d2	1033,33
18/1/2025	M#4	0,24*0,12*0,075	2,38	2,16	0,08	0,04	0,10	15/2/2024	63	3*F*L/2*b*d2	1050,00
19/1/2025	M#5	0,24*0,12*0,075	2,50	2,16	0,20	0,04	0,10	16/2/2024	70	3*F*L/2*b*d2	1166,67
20/1/2025	M#6	0,24*0,12*0,075	2,55	2,16	0,25	0,04	0,10	17/2/2024	52	3*F*L/2*b*d2	866,67
21/1/2025	M#7	0,24*0,12*0,075	2,60	2,16	0,20	0,14	0,10	18/2/2024	58	3*F*L/2*b*d2	966,67
22/1/2025	M#8	0,24*0,12*0,075	2,59	2,16	0,26	0,07	0,10	19/2/2024	75	3*F*L/2*b*d2	1250,00

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

4.*2.9 Pruebas de Humedad*

Los límites de confort de la humedad relativa admitidos por el cuerpo humano oscilan entre 40% y 65%” 11. En la tabla, se observa que los valores de humedad relativa son medios altos, sin embargo, solamente el panel de bahareque de la dosificación M#6 se encuentra por encima del rango de confort. Contempla una humedad conforme a la composición del elemento de 26% mayor a la densidad del agua con una cantidad por metro cuadrado de hasta 1,26 m3 por m3.

Tabla 22: *Pruebas de humedad de cada prototipo.*

TABLA DE CONTROL DE HUMEDAD DE PROTOTIPO											
FECHA	MUESTRAS	SEMANA 0 kg	SEMANA 1 kg	SEMANA 2 kg	SEMANA 3 kg	SEMANA 4 kg	RESULTADO 1 kg	RESULTADO 2 kg	RESULTADO 3 kg	RESULTADO 4 kg	PERDIDA TOTAL kg
15/10/2024	M#1	3,70	3,475	3,25	3,00	2,31	0,23	0,23	0,25	0,69	2,31
15/10/2024	M#2	3,50	3,30	3,10	2,90	1,99	0,20	0,20	0,20	0,91	2,59
15/10/2024	M#3	3,60	3,30	3,16	2,80	1,71	0,30	0,15	0,36	1,09	2,51
19/10/2024	M#4	3,35	3,00	2,80	2,55	1,58	0,35	0,20	0,25	0,97	2,38
19/10/2024	M#5	3,00	2,86	2,65	2,40	1,90	0,15	0,21	0,25	0,50	2,50
19/10/2024	M#6	3,80	3,40	2,76	2,36	1,10	0,40	0,65	0,40	1,26	2,55
26/10/2024	M#7	3,60	3,20	2,70	2,10	1,10	0,40	0,50	0,60	1,00	2,60
26/10/2024	M#8	3,70	3,30	3,16	2,80	1,69	0,40	0,15	0,36	1,11	2,59

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

4.2.10 *Prueba de Absorción*

El nivel de absorción en la técnica del bahareque es una condicionante primordial al momento de ser ubicado en un clima super tropical o de extensivas lluvias por lo que su nivel de absorción según las pruebas generalizadas demuestra que la absorción no puede ser elevada mayor al 36% por que el material puede desintegrase como se demuestra en la siguiente tabla:

Tabla 23: *Pruebas de absorción de cada prototipo.*

PRUEBA DE ABSORCION											
FECHA	MUESTRAS	PESO INC kg	HORA INI	EMPO INMER	HORA FINAL	FECHA FINAL	ESO FINAL k	BSORCIÓN	DPI/DPF	DE COCSIÓ	OBSERVACIÓN
15/11/2024	M#1	2,31	10:25:00	0:05:00	10:30:00	15/11/2024	2,59	12,12	0,28	N/A	Se realizó la prueba de inmersión por el tiempo indicado en la tabla y el prototipo no presentó fallo.
15/11/2024	M#2	2,59	10:30:00	3:00:00	13:30:00	15/11/2024	0,00	0,00	0,00	N/A	Se realizó la prueba de inmersión por el tiempo indicado en la tabla y el prototipo se desintegró.
16/11/2024	M#3	2,51	11:00:00	1:00:00	12:00:00	16/11/2024	2,87	14,34	0,36	90MNTS	Se realizó la prueba de inmersión por el tiempo indicado en la tabla y el prototipo se desintegró.
16/11/2024	M#4	2,38	15:06:00	25:18:00	16:24:00	17/11/2024	2,70	13,45	0,32	180MNTS	Se realizó la prueba de inmersión por el tiempo indicado en la tabla y el prototipo se desintegró.
16/11/2024	M#5	2,50	14:00:00	26:00:00	16:00:00	17/11/2024	0,00	0,00	0,00	N/A	Se realizó la prueba de inmersión por el tiempo indicado en la tabla y el prototipo se desintegró.
17/11/2024	M#6	2,55	8:00:00	30:00:00	14:00:00	18/11/2024	2,85	11,76	0,30	360MNTS	Se realizó la prueba de inmersión por el tiempo indicado en la tabla y el prototipo se mantuvo intacto.
18/11/2024	M#7	2,60	14:00:00	24:00:00	14:00:00	19/11/2024	3,00	15,38	0,40	120MNTS	Se realizó la prueba de inmersión por el tiempo indicado en la tabla y el prototipo se desintegró.
19/11/2024	M#8	2,59	16:00:00	24:00:00	16:00:00	20/11/2024	2,96	14,29	0,37	150MNTS	Se realizó la prueba de inmersión por el tiempo indicado en la tabla y el prototipo se desintegró.

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

En las pruebas de absorción se determinó que en la técnica del bahareque tiene que ser realizada en el verano, ya que en los ensayos realizados en este trabajo de titulación nos dimos cuenta de que el barro debe tener un tiempo extenso de secado, para que pueda ser resistente a la humedad. Nuestra recomendación sería que los aleros de la cubierta no deben de ser la medida estándar, sino que deben tener una medida de 0.50m a 1m para que cuando lluvia fuerte no se desintegre el bahareque.

4.2.11 *Prueba Acústica*

Los resultados del ensayo acústico evidencian una reducción significativa del nivel de ruido cuando se emplea con la adición del bagazo de caña de azucar. En la condición sin aislamiento, el nivel de ruido registrado fue de 78.6 dBA, mientras que con el material se redujo a 64.7 dBA, lo que equivale a una disminución de 15.1 dBA, representando una eficiencia del 14.5% en la mitigación del ruido.

Tabla 24: *Pruebas de acústica de cada prototipo.*

Ensayo de Acústica		
Prueba	Nivel de Ruido (dBA)	Condiciones

1	78,6	Sin material de aislamiento
2	64,7	Con material de aislamiento

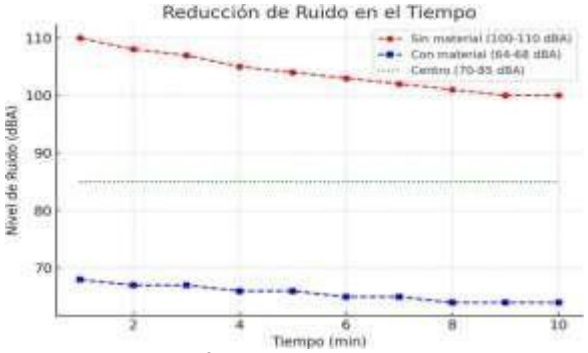
Porcentajes de ensayo de acustica			
Prueba	Nivel de Ruido (dBA)	Reducción (dBA)	Porcentaje de Reducción (%)
1	78,6	-	-
2	64,7	15,1	14.5%

Prueba	**Nivel de Ruido**
Sin material	78.60 dBA
Con material	64.7 d B A

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Dado que la reducción del ruido se mantiene de manera estable en el tiempo, como se observa en el gráfico, estos paneles podrían representar una alternativa viable para mejorar la calidad de vida en espacios urbanos, especialmente en edificaciones donde el control del ruido es un factor crítico, como viviendas, oficinas y entornos educativos.

Ilustración 30: *Muestra de reducción de acústica con añadido de bagazo de caña de azúcar.*



Elaborado por: *Sánchez (2025)*

4.2.12 *Prueba Ignífuga*

Este documento presenta los resultados del ensayo de fuego realizado El panel fue sometido a fuego durante 20 minutos, alcanzando una temperatura máxima de 84°C sin quemarse.

El ensayo de fuego demuestro un desempeño térmico favorable en condiciones de exposición al calor. Durante 20 minutos de prueba, la temperatura del

panel aumentó progresivamente hasta alcanzar un máximo de 84°C, sin presentar signos de combustión ni pérdida estructural evidente.

Este comportamiento térmico sugiere que la incorporación de bagazo de caña de azúcar no compromete la resistencia al fuego del material, sino que contribuye a su estabilidad frente a temperaturas elevadas. En comparación con materiales convencionales, la capacidad del panel para soportar incrementos térmicos sin degradación visible lo hace una alternativa viable para aplicaciones en construcción donde la resistencia al fuego es un requisito crítico.

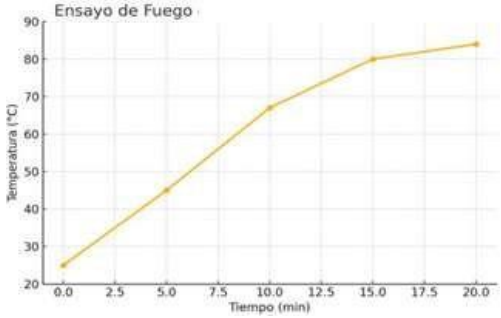
Tabla 25: *Pruebas de fuego de cada prototipo*

Resultados del Ensayo	
Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	25
5	45
10	67
15	80
20	84

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

En conclusión, los bloques de bahareque con bagazo de caña de azúcar analizados presentan un desempeño térmico adecuado, manteniendo su integridad estructural y resistiendo temperaturas moderadamente elevadas sin combustión. Esto refuerza su potencial como material innovador para la construcción sostenible y segura.

Ilustración 31: Demostración de ensayo de fuego en bahareque



Elaborado por: Sánchez (2025)

4.3 Presupuesto

A continuación, se presentan dos presupuestos uno con el diseño de la vivienda de interés social en Vergeles empleando bloques sostenibles de bahareque con añadido de bagazo de caña de azúcar:

Tabla 26: *Presupuesto Vivienda de Interés Social con bloque BCA.*

Presupuesto Vivienda con Bloque de Caña de Azúcar				
SISTEMA CONSTRUCTIVO BAHAREQUE				
ITEM	**RUBRO**			**PRECIO**
1	OBRA PRELIMINAR			$ 147,04
2	MOVIMIENTOS DE TIERRA			$ 281,71
3	CIMENTACIÓN			$ 4.367,98
4	ESTRUCTURA			$ 12.322,00
5	MAMPOSTERIA DE BLOQUE BCA			$ 6.627,20
6	CUBIERTA			$ 899,00
7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS			$ 528,20
8	INSTALACIONES SANITARIAS			$ 448,20
9	PUERTAS Y VENTANAS			$ 691,20
				$ 26.312,53

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

Tabla 27: *Presupuesto Vivienda de Interés Social con bloque tradicional.*

Presupuesto Vivienda con Bloques Tradicionales				
SISTEMA CONSTRUCTIVO H.A.				
ITEM	**RUBRO**			**PRECIO**
1	OBRA PRELIMINAR			$ 147,04
2	MOVIMIENTOS DE TIERRA			$ 281,71
3	CIMENTACIÓN			$ 4.367,98
4	ESTRUCTURA			$ 15.322,00
5	MAMPOSTERIA DE BLOQUE TRADICIONAL			$ 12.822,30
6	CUBIERTA			$ 899,00
7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS			$ 528,20
8	INSTALACIONES SANITARIAS			$ 448,20
9	PUERTAS Y VENTANAS			$ 691,20
				$ 35.507,63

Elaborado por: *Sánchez (2025)*

A partir de la comparativa de estos dos materiales se demuestra que los costos de estructura y mampostería se genera un ahorro del 34,94% del coste general de una vivienda de interés social, convirtiéndose así en una vivienda accesible para los pobladores de los Vergeles.

CONCLUSIONES

La necesidad de vivienda es un problema de carácter global, nacional y local que enfrenta constantes cambios en la vivienda social, debido a la necesidad resolver el déficit habitacional, el confort térmico, la reducción del impacto ambiental, reducir altos costos a través del uso o sustitución de materiales tradicionales por materiales locales de manera que el montaje de la vivienda pueda ser realizada directamente por los propietarios a través de la auto-construcción, lo que permite retribuciones familiares, económicas y ambientales en beneficio de todos los habitantes, del país y el mundo entero.

Se analizó y se identificó los valores, las características formales y constructivas las cuales son aplicadas al prototipo de vivienda de interés social, recuperando un sistema tradicional no aplicado en los Vergeles, el cual contribuye a la reducción del déficit habitacional que tiene el lugar.

Se aplicó estrategias y criterios en el proceso constructivo que se adaptaron las necesidades y características del lugar, respetando las normativas tanto de la NEC, como las municipales y resolviendo el confort térmico que fue validado a través de cálculos cumpliendo los estándares nacionales e internacionales.

El uso de bloques de bahareque que incorporan bagazo de caña de azúcar como material de refuerzo o agregado ofrece una alternativa sostenible y eficiente en la construcción. Esta práctica no solo contribuye a la valorización de un residuo agrícola, sino que también mejora las propiedades mecánicas y térmicas del material.

En conclusión, este proyecto no solo plantea una solución viable y estéticamente atractiva, sino también promueve un modelo de desarrollo urbano inclusivo, sostenible y enfocado al bienestar humano. Se espera transformar el espacio público priorizando las necesidades de los moradores y brindando una mejor calidad de vida. El uso de bloques de bahareque con bagazo de caña de azúcar representa una opción innovadora y ecológica en la construcción, que puede contribuir a un desarrollo más sostenible y a la mejora de la calidad de vida en comunidades rurales. Sin embargo, es esencial abordar los desafíos técnicos y culturales para maximizar su potencial.

RECOMENDACIONES

La investigación ha evidenciado el significativo potencial de los bloques de bahareque con bagazo de caña como una solución de construcción sostenible y asequible para viviendas sociales. Este enfoque no solo aprovecha las propiedades únicas del bahareque, como su capacidad de aislamiento térmico y acústico, sino que también promueve la creación de espacios de vida saludables y eficientes energéticamente.

La producción local de estos bloques contribuye a una economía circular, al utilizar un residuo agrícola y reducir la huella de carbono asociada con la construcción. Además, la biodegradabilidad del material refuerza su perfil ecológico, alineándose con las necesidades de un desarrollo sostenible. La implementación de esta tecnología no solo mejora la calidad de vida de los habitantes, sino que también fomenta la justicia social y la equidad al proporcionar viviendas asequibles.

A pesar de los beneficios, es crucial abordar desafíos como la durabilidad a largo plazo y la resistencia al fuego para garantizar la seguridad y funcionalidad de las viviendas. La investigación continua en el desarrollo de estos materiales es esencial para superar estas limitaciones y asegurar que las viviendas no solo sean refugios, sino también activos que promuevan el bienestar comunitario y la protección del medio ambiente.

El potencial educativo de este enfoque es notable. Involucrar a la comunidad en el diseño y construcción de viviendas fomenta la apropiación social de la tecnología y promueve la educación ambiental. La capacitación de constructores locales en el uso de bahareque con bagazo de caña no solo genera nuevas oportunidades laborales, sino que también fortalece las capacidades locales para construir de manera sostenible.

Para garantizar el éxito y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo, es fundamental establecer un enfoque participativo en la gestión y mantenimiento de las viviendas. La creación de un comité de gestión y organización, donde la comunidad asuma un papel activo en el mantenimiento, es una estrategia recomendada. Esto no solo empodera a los habitantes, sino que también asegura que las viviendas se

mantengan en condiciones óptimas, promoviendo un sentido de pertenencia y responsabilidad compartida.

El uso de bloques de bahareque con bagazo de caña representa una oportunidad valiosa para construir un futuro más sostenible y equitativo. Al continuar investigando y desarrollando esta tecnología, se puede contribuir significativamente a la creación de viviendas dignas y accesibles, al mismo tiempo que se promueve el bienestar de las comunidades y se protege el medio ambiente. La colaboración y el compromiso de la comunidad son esenciales para el éxito de esta iniciativa, asegurando que las viviendas no solo sean estructuras físicas, sino también pilares de desarrollo social y ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abalaka, AE. (2011). Effect of sugar on physical properties of ordinary portland cement paste and concrete. Assumption University Press, 225-228. Retrieved from https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113254197

Aguirre, J. (2015). Estudio del sistema de cogeneración a partir de biomasa en los ingenios azucareros. (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Retrieved from http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/4743

ASTM D422. (2007). Método de análisis del tamaño de las partículas de suelo.

USA: ASTM. Retrieved from https://pdfcookie.com/documents/astm-d422- traducido-al-espaol-5lq37oxnz8v7

Avila, I. (2011). El Aguardiente de caña, procesos y tradición en el Valle de Yunguilla. (Tesis de Pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Retrieved from http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3327

Bendezú, M. (2019). Aplicación de ceniza de bagazo de la caña de azúcar en bloques ecológicos en el distrito de Puente Piedra. (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Bernal, C. (2006). Metodología de la Investigación Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. México: Pearson Educación. Retrieved from https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de- investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf

Bravo, S., & Espinoza, F. (2019). Elaboración de un mampuesto ecológico como material sostenible de construcción utilizando bagazo de caña de azúcar. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. Retrieved from http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17642/Tesis%20Santiago%20Bravo%20y%20Felipe%20Espinoza%20-%20PUCE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Careaga, J. (1993). Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes.

México D.F.: Sedesol. Retrieved from https://books.google.com.ec/books/about/Manejo_y_reciclaje_de_los_residuos_de_en.html?id=SUjbgQyyxdEC

Carrasco, E., & Tinoco, D. (2018). Elaboración de bloques ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C Chacapalpa/Oroya – Yauli - Junín. (Tesis de Pregrado).

Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. Retrieved from http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5181

CINCAE. (2018). Centro de Investigación de la Caña de azúcar del Ecuador, Informe anual 2018. El Triunfo, Ecuador: Publicación CINCAE. Retrieved from http://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/Informe-Anual-2018.pdf

CPE INEN 5. (1984, Junio 30). Código ecuatoriano de la construcción mampostería de ladrillo. Retrieved from Instituto ecutariano de normalización: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5_4.pdf

Dancé, J., & Sáenz, D. (2016). La cosecha de caña de azúcar: Impacto económico, social y ambiental. Universidad de San Martín de Porres, 7. Retrieved from https://www.usmp.edu.pe/contabilidadyeconomia/images/pdf/investigacion/c osecha.pdf

Díaz, R. (2008, Septiembre 12). Caracterización Energética del Bagazo de Caña de Azúcar del Ingenio Valdez. Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 1. Retrieved from https://www.lippel.com.br/Assets/Downloads/16-07-2014-15- 41caracterizacion-del-bagazo-de-cana-de-azucar.pdf

EcuRed. (2011, Noviembre 11). Bagazo de caña. Retrieved from EcuRed: https://www.ecured.cu/Bagazo_de_ca%C3%B1a

Estrada, J., & Rodríguez, C. (2016). Fabricación de mampuestos aligerados con bagazo de caña de azúcar. (Tesis de Pregrado). Universidad La Gran Colombia, Bogotá D.C, Colombia. Retrieved from https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4017/Fabricaci%c3%b2n_manpuestos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Figueroa, T., & Pérez, T. (2018). Prototipo de ladrillo en base de mezcla de cascarilla de cacao y barro para construcciones en la zona cacaotera de Bucay. (Tesis de Pregrado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Retrieved from http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2541

Galeano, M. (2004). Diseño de proyectos en la investigación cualitativa. Medellín: Fondo editorial Univerisdad EAFIT. Retrieved from https://books.google.es/books?id=Xkb78OSRMI8C&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false

García Bernal, H. R. (2019, Enero 2). Recomendaciones para el secado del bagazo, con energía solar, en trapiches paneleros. Consultor en Procesos Agroindustriales., 5. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Hugo-Bernal-2/publication/330077068_RECOMENDACIONES_PARA_EL_SECADO_DEL_BAGAZO_CON_ENERGIA_SOLAR_EN_TRAPICHES_PANELEROS/links/5c2c0743a6fdccfc7076f8b8/RECOMENDACIONES-PARA-EL- SECADO-DEL-BAGAZO-CON-ENERGIA-SOLAR-EN-TRAPI

Gómez, M. (2006). Introducción a la metodología de la investigación científica.

Córdoba: Brujas. Retrieved from https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. México D.F: Mc Graw Hill. Retrieved from http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta- edicion.compressed.pdf

Ibarra, F. (2004). Diseño de una máquina semiautomática moldeadora de ladrillo de barro de 5.5×13×24 cm de dimensiones, con una capacidad de 500 bloques por hora, utilizable en la industria ladrillera. (Tesis de Licenciatura).

Universidad de las Américas Puebla, Cholula, Puebla., México. Retrieved from http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/ibarra_f_f/

INEC. (2019). Encuesta Nacional de Edificaciones (ENED). INEC, 5-6. Retrieved from https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2019/3.%202419_ENED_Boletin_tecnico.pdf

INEC. (2024). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Retrieved from https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC% 202419.pdf

INEC-ESPAC. (2019). Cifras Agroproductivas. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) - ESPAC y Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Retrieved from https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas- agropecuarias-2/

INEN 696. (2011). NTE INEN 696:2011. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Retrieved from https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/696.pdf

INEN 856. (2010). NTE INEN 856:2010. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Retrieved from https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/856.pdf

Jairo, N. (2017). Determinación de la influencia del bagazo de caña de azúcar como agregado orgánico en la resistencia a la compresión de bloques para mampostería liviana. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato,

Ambato, Ecuador. Retrieved from https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25746

Jiménez, R. (1998). Metodología de la Investigación. Elementos básicos para la investigación clínica. La Habana: Editorial Ciencias Médicas. Retrieved from http://newpsi.bvs-psi.org.br/ebooks2010/en/Acervo_files/MetodologiaInvestigacion.pdf

Kerlinger, F., & Lee, H. (2001). Investigación del Comportamiento. México D.F.: Mc Graw Hill.

Lachos, R. (2024). Determinación de la calidad de bloques ecológicos con diferentes proporciones de plástico PET y escombros. (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú. Retrieved from https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44398

Lozano, L., & Rojas, E. (2019). Elaboración de paneles termoaislantes para cubierta a partir de fibras de bagazo de la caña de azúcar. (Tesis de Tecnólogo).

Universidad La Gran Colombia, Bogotá D.C, Colombia. Retrieved from https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5731/Paneles%20termoaislantes%20de%20fibras%20de%20bagazo%20de%20la%20ca%c3%b1a%20de%20az%c3%bacar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MAGAP. (2011). Adquisición de Kits agrícolas para el cultivo de caña de azúcar para la provincia de Bolívar. Bolívar: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Retrieved from https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=_Vu9_WkyDEe1u_dxfHW6whhugo2sGATQ- YZpxQoiAfc,

MAGAP. (2015). Memoria Técnica Cantón Echeandía/ Bloque 2.4 Cobertura y Uso de la tierra Sistemas Productivos Zonas Homogéneas de cultivo. Echeandía: Ministerio de Agricultura, Ganadería,

Acuacultura y Pesca. Retrieved from http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria_tecnica_Coberturas_ECHEANDIA_20150415.pdf

MAGAP. (2019, Julio 15). II Festival de la Caña de Azúcar se realizó en Bolívar.

Retrieved from Ministerio de Agricultura y Ganadería: https://www.agricultura.gob.ec/ii-festival-de-la-cana-de-azucar-se-realizo-en- bolivar/

Mantilla , F., & Rochina, I. (2017). Caracterización del proceso artesanal de la bebida alcohólica tradicional denominada Pájaro azúl en el cantón Echeandía- Provincia Bolívar. (Tesis de Pregrado). Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador. Retrieved from http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1808

Muñoz, C. (2015). Metodología de la Investigación. México D,F.: Progreso S.A de

C. V. Retrieved from https://corladancash.com/wp- content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.- Munoz-Rocha.pdf

NTE INEN 3049. (2018, Diciembre 17). Servicio ecuatoriano de normalización.

Retrieved from INEN 3049: https://drive.google.com/file/d/1ckP0LNX_QCs9G6LVuSO3iVgNygbB8VLB/view

Ortiz, D., Sánchez, S., & Díaz, Y. (2019, Noviembre). Implementación de la rueda de LIDS para el desarrollo y diseño de un ladrillo a base de cascarilla de arroz y bagazo de caña: bioladrillo. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, 2. Retrieved from https://www.eumed.net/rev/oel/2019/11/desarrollo-diseno-bioladrillo.html

Pastor, H. (2017). Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. Retrieved from https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/29333/pastor_sh.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pedraza, J. (2019). El uso del ladrillo ecológico como plan de mejoramiento a implementar en la empresa P&P INGENIERIA Y PROYECTOS LTDA. (Tesis de Pregrado). Universidad la Gran Colombia, Bogotá D.C, Colombia. Retrieved from https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5459/Uso_ladrillo_ingenier%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Peláez, G. (2024, Enero). Estudio de Factibilidad técnica y económica en la fabricación de bloques a partir de la ceniza del bagazo de caña de azúcar. Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, 7. Retrieved from https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18654/1/UPS-GT002927.pdf

RAE. (2024). Real Académia Española. España: Asociación de Academias de la Lengua Española.

Roca, G., Glauco, C., Olivares, E., & Barbosa, L. (2006). Caracterización del Bagazo de la caña de azúcar. Parte I: Características Físicas. Universidade Estadual de CampinasUNICAMP, 2. Retrieved from http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/036.pdf

Rosendo, D., García, J., Ruíz, M., Rodríguez, F., Romero, J., Sánchez, D., & Vásquez, A. (2010). El reciclaje en la sociedad actual: Contenidos básicos en la Educación Secundaria obligatoria en el área de las Ciencias Sociales. Sevilla, España: Wanceulen Editorial, S.L. Retrieved from https://books.apple.com/us/book/reciclaje-en-la-sociedad-actual-contenidos-b%C3%A1sicos/id998809609

Ruiz, F. (1995). El cultivo de la Caña de Azúcar. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=2wpC1j2AmkAC&printsec=frontcover&dq=el+cultivo+de+la+ca%C3%B1a+de+az%C3%BAcar&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjd3NrRgPrvAhXDMlkFHX3hA_AQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=el%20cultivo%20de%20la%20ca%C3%B1a%20de%20az%C3%BAcar&f=false

Sánchez, J. (2012, Enero 18). Bloques ecológicos, ventajas y desventajas. Retrieved from enbuenasmanos: https://www.enbuenasmanos.com/bloques-ecologicos

Tena, A., & Rivas, R. (1995). Manual de Investigación Documental. Barcelona: Plaza y Valdéz. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=jl8UIVp1xJIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_vpt_read#v=onepage&q&f=false

Vélez, E. (2019). Cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar resistencia y permeabilidad del Hormigón. (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Retrieved from http://192.188.52.94/bitstream/3317/13844/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-322.pdf

Vendrell, A. (1892). La caña de azúcar: nociones sobre su cultivo y trabajo industrial. Puerto Rico: The Library of University of Texas. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=2WdYAAAAMAAJ&pg=PA4&dq=La+ca%C3%B1a+de+az%C3%BAcar:+nociones+sobre+su+cultivo+y+trabajo+industrial.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjvy8f5nvAhU2EVkFHeMsAMkQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=La%20ca%C3%B1a%20de%20az%C3%BAcar%3A%20noci

Villacís, C. (2016). Utilización del Bagazo de la caña de azúcar para la fabricación de complementos decorativos para el hogar. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, Ambato, Ecuador. Retrieved from https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/1589

Zenteno, J. (2019). Comportamiento térmico y energético del bloque de tierra compactada (BTC). (Tesis de Postgrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Retrieved from http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33130

ANEXOS

Planos

Tipología 1 - Planta única

TIPOLOGÍA 1 (PLANTA ÚNICA)			
ZONA	AMBIENTE	ACTIVIDAD	ÁREA (m2)
HÚMEDA	COCINA	Preparación de alimentos	6,50
		Cocción de alimentos	
	BAÑO	Necesidades biológicas	3,81
		Ducharse	
		Lavarse las manos	
	AREA DE MAQUINAS	lavar y secar	1,50
	LAVANDERÍA	Lavado de ropa	1,36
SOCIAL	SALA COMEDOR	Punto de encuentro	12,69
		Convivencia familiar	
		Dialogar	
		Comer	
PRIVADA	DORMITORIO	Descansar	12,69
	ESTUDIO	Estudiar	8,78
		Investigar	
CIRCULACIÓN HORIZONTAL	PASILLO	Conector de ambientes	3,04
		AREA TOTAL m2	50,37

ZONIFICACIÓN

LEYENDA

- ZONA HUMEDA
- ZONA SOCIAL
- ZONA PRIVADA
- CIRCULACIÓN VERTICAL

ESPACIOS

a.- Acceso principal
b.- Acceso secundario
c.- Sala
d.- Cocina
e.- Comedor
f.- Baño
g.- Estudio
h.- Dormitorio
i.- Lavanderia
j.- Garaje
k.- Área de maquinas
l.- Escaleras
m.- Pasillo
n.- Balcon

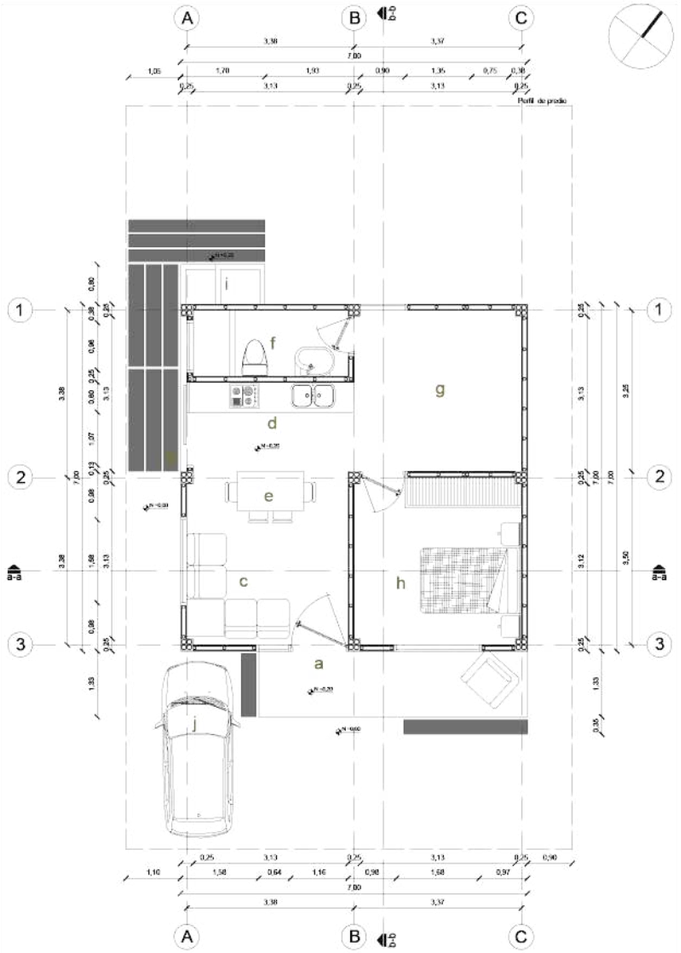
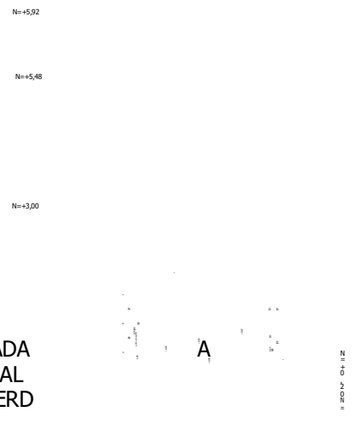


Ilustración 108: [Figura] tipología 1 de prototipo de vivienda con el sistema constructivo bahareque encementado.
Fuente: Autor.

Tipología 1 - Elevaciones

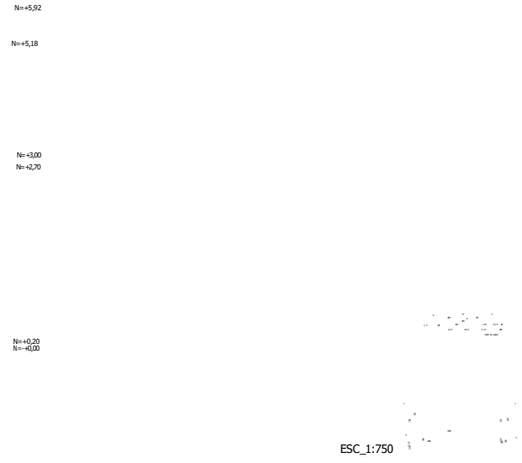
FACHADA PRINCIPAL

ESCALA GRÁFICA 1:130



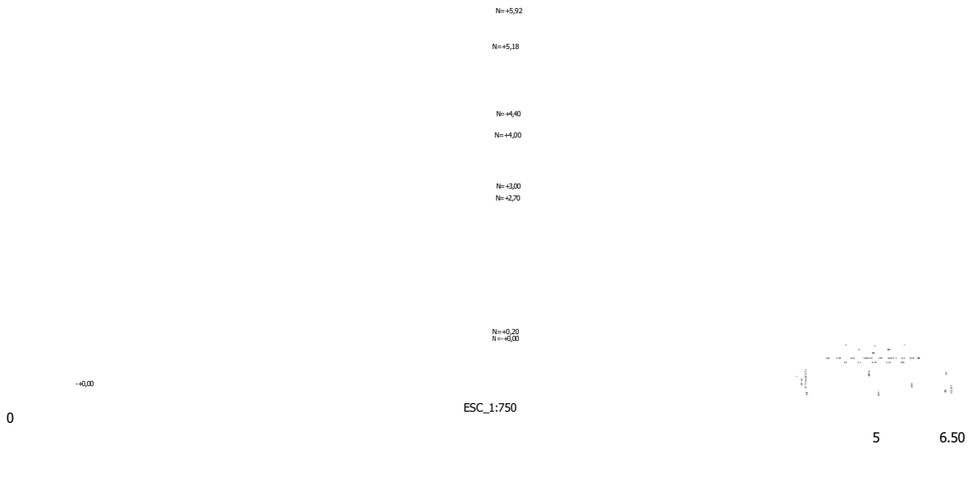
FACHADA LATERAL IZQUIERD A

Tipología 1 - Cortes

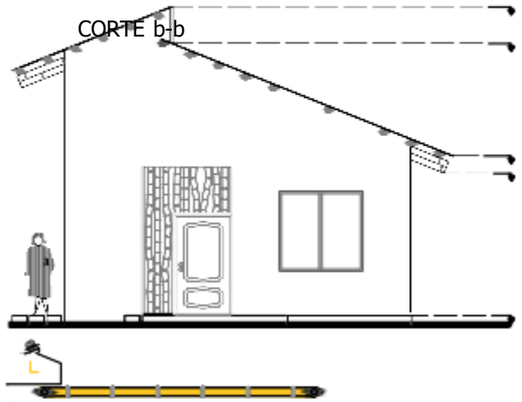


CORTE a-a

ESCALA GRÁFICA 1:130



CORTE b-b



ESC_1:750

0

5

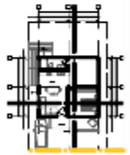
6

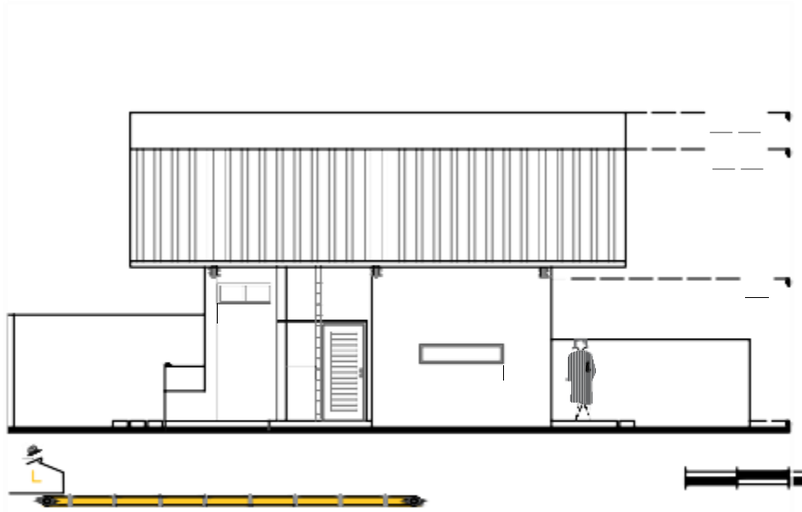
.

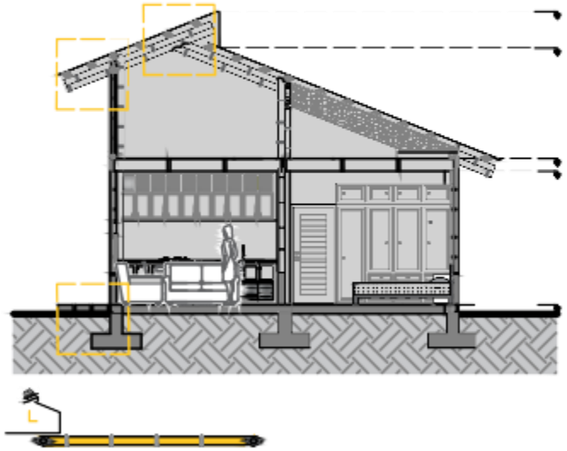
5

0

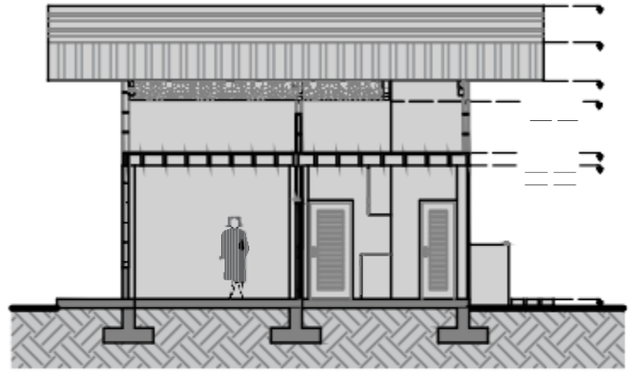
ESCALA GRÁFICA 1:130



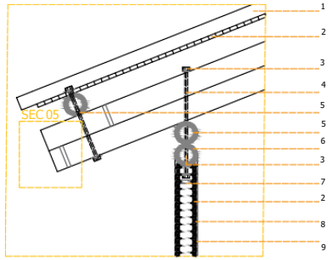




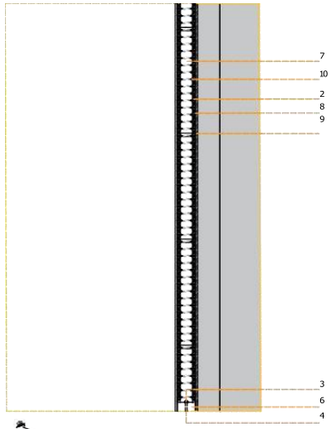
ESCALA GRÁFICA 1:130



Detalles constructivos

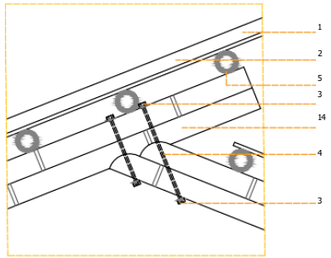


DETALLE SEC01

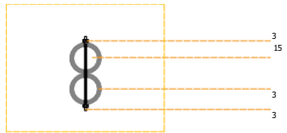


DETALLE SEC02

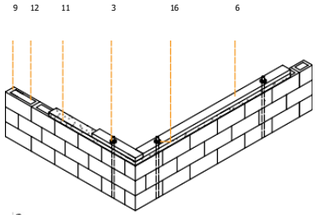
DETALLE SEC03



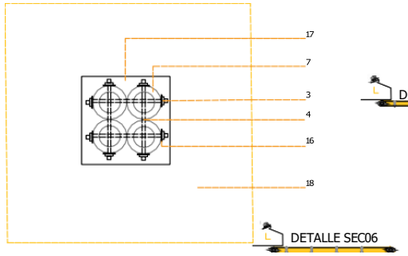
DETALLE SEC04



DETALLE SEC05



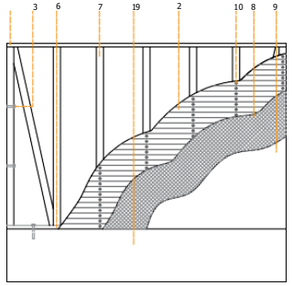
AXONOMETRÍA



DETALLE SEC06

6

DETALLE DE MAMPOSTERÍA



ESPECIFICACIÓN

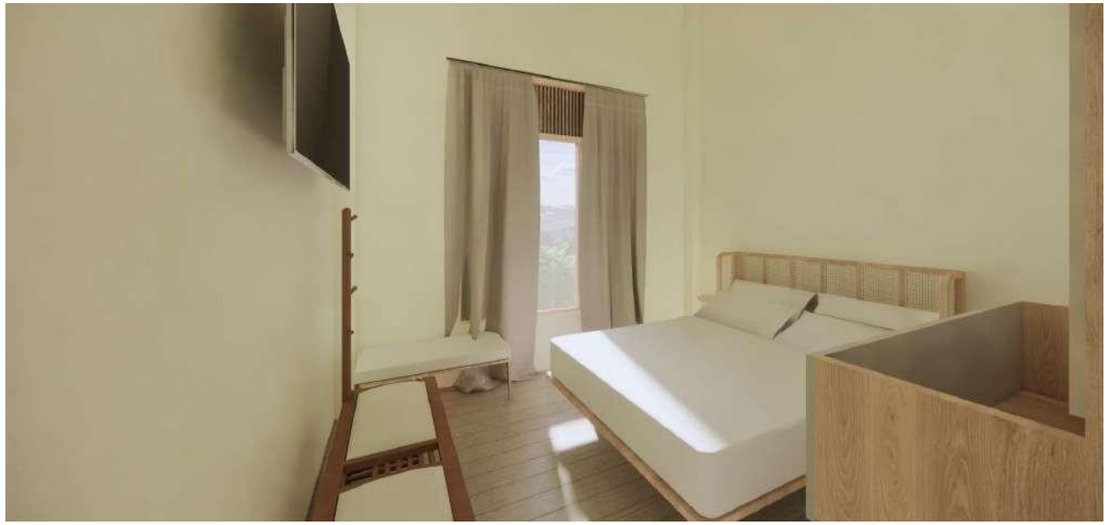
1.- Lámina galvanizada tipo teja
2.- Tirillas de guadua 4cm
3.- Rosca de alta velocidad de $\frac{1}{2}$ para varilla de anclaje
4.- Varilla de anclaje $\frac{1}{2}$
5.- Vigeta de guadua de 9cm a 11cm o
6.- Solera de madera de 13cm x 5cm clavada al pie derecho o culmo de guadua
7.- Pie derecho da guadua de 6cm a 8cm
8.- Malla anclada para soporte de mortero
9.- Revestimiento de mortero de cemento
10.- Calvo para anclaje de tirillas de guadua al pie derecho de 3pulg.
11.- Concreto de nivelación con varilla cubierta por membrana anti humedad para evitar la capilaridad y agentes de bichos y bacterias
12.- Ladrillo de barro cocido
13.- Hormigon de cemento
14.- Trave de guadua de soporte de cubierta de 9cm a 11cm
15.- Mortero de cemento para lleno del culmo de guadia Gak
16.- Arandela de soporte de rosca de alta velocidad
17.- Cuello de columna como sobrecimiento
18.- Plinto de hormigon armado
19.- Murito de soporte de mamposteria

Perspectiva

Internas tipología 1

Internas tipología 1

Internas tipología 1



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

FIIC - CARRERA DE ARQUITECTURA

TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:
ISAAN SANCHEZ CURILLO

CONTIENE:
PLANOS ARQUITECTÓNICOS

ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
10/02/2025

LAMINA:
F-01