

RELIGACIÓN

R E V I S T A

Dirección de Proyecto: innovación en materiales de construcción: bloques ecológicos con fibra de caña de azúcar para viviendas de interés social en Joa

Project Management: Innovation in Construction Materials — Ecological Bricks with Sugarcane Bagasse Fiber for Social Interest Housing in Joa

Glider Nunilo Parrales Cantos

Resumen

Este estudio se centra en el diseño de bloques ecológicos hechos con fibra de caña de azúcar para viviendas de interés social en la comunidad Joa. Estas viviendas están destinadas a familias de bajos ingresos, buscando ofrecer soluciones habitacionales dignas, sostenibles y aumentadas. Se aplicaron normativas técnicas ecuatorianas para realizar ensayos de resistencia y validar la idoneidad de los bloques como material constructivo. Los resultados demostraron que los bloques son resistentes y cumplen con los estándares, proponiendo así una alternativa económica y ecológica para reducir el déficit habitacional local. La investigación promueve el uso de materiales regionales no convencionales y contribuye al desarrollo urbano sostenible y a la mejora de la calidad de vida en la comunidad. Bloques ecológicos; fibra de caña de azúcar; viviendas de interés social; materiales no convencionales; ensayos de resistencia; normativas INEN-NEC; sostenibilidad constructiva; déficit habitacional.

Palabras clave: Bloques ecológicos; fibra de caña de azúcar; viviendas de interés social; ensayos de resistencia; normativas INEN-NEC; sostenibilidad constructiva; déficit habitacional.

Glider Nunilo Parrales Cantos

Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Manabí | Ecuador | glider.parrales@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2233-882>

<http://doi.org/10.46652/rgn.v10i48.1642>
ISSN 2477-9083
Vol. 10 No. 48, 2025, e2501642
Quito, Ecuador

Enviado: agosto 15, 2025
Aceptado: octubre 24, 2025
Publicado: diciembre 30, 2025
Publicación Continua



Abstract

This study focuses on the design of ecological bricks made with sugarcane bagasse fiber for social interest housing in the Joa community. These houses are intended for low-income families, seeking to offer dignified, sustainable, and enhanced housing solutions. Ecuadorian technical regulations were applied to carry out resistance tests and validate the suitability of the bricks as a construction material. The results demonstrated that the bricks are resistant and comply with standards, thus proposing an economical and ecological alternative to reduce the local housing deficit. The research promotes the use of unconventional regional materials and contributes to sustainable urban development and the improvement of the quality of life in the community.

Keywords: Ecological bricks; Sugarcane bagasse fiber; Social interest housing; Resistance tests; INEN-NEC regulations; Construction sustainability; Housing deficit.

Introducción

En las últimas dos décadas, Latinoamérica ha avanzado significativamente en la construcción de viviendas adaptadas al contexto local, incorporando materiales sostenibles como el bambú que combinan estética moderna con eficiencia ambiental. Estas innovaciones priorizan técnicas constructivas resistentes, duraderas y accesibles, optimizando costos sin comprometer estándares de calidad, seguridad ni el medio ambiente.

En Ecuador, el crecimiento poblacional ha intensificado el déficit habitacional, posicionando a los materiales sostenibles como solución viable mediante técnicas no convencionales que mitigan el impacto ambiental de los recursos tradicionales. En Manabí, provincia líder en producción de caña de azúcar, el bagazo —residuo abundante que sustenta la economía local— emerge como alternativa para bloques ecológicos, aprovechando su fibra resistente para reducir la contaminación y fomentar la economía circular.

El cantón Jipijapa, en el sur de Manabí, enfrenta descontrol urbano por falta de planificación territorial, generando fallas estructurales, patologías en edificaciones y asentamientos en zonas de riesgo. En el sitio Joa, la mayoría de los residentes vive en viviendas inestables con déficits de servicios básicos, agravados por deterioro temporal y materiales deficientes, lo que excluye socialmente a la población de condiciones dignas.

Encuestas y visitas de campo en Joa revelaron vulnerabilidades habitacionales atribuibles a envejecimiento y baja calidad constructiva, limitadas por escasos recursos para reparaciones. Este proyecto de investigación, titulado “Innovación en materiales de construcción: bloques ecológicos con fibra de caña de azúcar para viviendas de interés social en Joa”, propone bloques alternativos que optimizan costos, aseguran funcionalidad y cumplen normativas técnicas (INEN 3066, NEC-15), diseñando plantas de una planta con zonas sociales y privadas para confort y habitabilidad sostenible.

Metodología

La metodología mixta aplicada al diseño de bloques ecológicos integra análisis cuantitativos y cualitativos para abordar exhaustivamente las demandas técnicas y sociales del proyecto. Esta

combinación asegura un diseño no solo viable desde el punto de vista ingenieril, sino también alineado con las expectativas y respaldo de la comunidad Joa.

Los ensayos de laboratorio evaluarán con precisión las propiedades mecánicas y físicas de los bloques, mientras que la recopilación sistemática de datos facilitará un análisis riguroso de los componentes para su producción.

De este modo, se optimiza la eficiencia constructiva y la aceptación local, cumpliendo normativas como INEN 3066 y NEC-15 para viviendas sostenibles.

Recolección de datos

- **Revisión bibliográfica:** la revisión bibliográfica de esta investigación sobre bloques ecológicos con fibra de bagazo de caña de azúcar para viviendas sociales en Manabí se centra en el aprovechamiento de residuos agrícolas como refuerzo en mampostería no estructural, alineándose con normas como INEN 3066. Estudios previos destacan que el bagazo, compuesto por celulosa, hemicelulosa y lignina, actúa como fibra natural que reduce la densidad volumétrica, mejora el aislamiento térmico y acústico, y promueve la economía circular al minimizar y huella de carbono en comparación con bloques tradicionales
- **Estudio de caso:**

El estudio de caso se centra en la aplicación práctica de bloques ecológicos con fibra de bagazo de caña de azúcar (50% óptimo) en viviendas sociales de Joa, sur de Manabí, Ecuador, validando su viabilidad técnica en el Laboratorio de Suelos Ingapirca de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Descripción del caso

Se analizan prototipos de bloques elaborados con bagazo local (559 Tn disponibles anualmente), cemento y agregados, probados para resistencia a compresión (3.50 MPa) y absorción de agua ($\leq 8.57\%$), superando bloques tradicionales (2.28 MPa, 20.83%) y cumpliendo INEN 3066 clase B para mampostería no estructural. El caso integra caña guadúa y hormigón como estructura complementaria, reduciendo peso volumétrico y costos logísticos desde San Carlos, en un contexto de déficit habitacional regional post-terremoto.

Resultados y análisis

Los bloques mostraron superioridad en durabilidad y sostenibilidad, con menor impacto ambiental por valorización de residuos agrícolas. Comparados con construcciones convencionales

en Manabí (eg, Chone), generan menor huella de carbono y promueven economía circular, facilitando el manejo en zonas rurales.

Implicaciones prácticas

Este caso demuestra replicabilidad para 100-200 viviendas anuales en Joa, con ahorros estimados del 15-20% en materiales y logística, fomentando empleo local y alineándose con iniciativas nacionales de vivienda digna.

- **Encuestas y entrevistas:**

Las encuestas y entrevistas en este estudio de bloques ecológicos con bagazo de caña de azúcar se diseñan para validar percepciones de constructores, residentes y expertos en Joa-Manabí sobre viabilidad técnica, económica y social, alineados con objetivos de sostenibilidad y normas INEN 3066.

Se diseñaron encuestas estructuradas dirigidas a los residentes locales para recoger datos sobre sus necesidades habitacionales y percepciones sobre el uso de materiales sostenibles. Además, se realizaron entrevistas semiestructuradas con expertos en construcción sostenible y representantes del gobierno local para obtener información sobre políticas y prácticas actuales (Acosta, 2013).

- **Análisis comparativo:**

Se llevó a cabo un análisis comparativo entre los costos de construcción utilizando materiales tradicionales versus materiales sostenibles, considerando factores como el ciclo de vida, el ahorro energético y el impacto ambiental (Pérez & López, 2021).

- **Análisis de datos**

Los datos recolectados se analizaron utilizando técnicas estadísticas descriptivas para las encuestas, mientras que las entrevistas se sometieron a un análisis de contenido para identificar temas recurrentes y perspectivas clave. Este enfoque permitió no solo cuantificar las necesidades y opiniones de la comunidad, sino también contextualizar estas respuestas dentro del marco más amplio de la sostenibilidad en la construcción (Moreira Macías., 2019).

La metodología adoptada proporciona un marco robusto que permite replicar el estudio en otras comunidades, contribuyendo así al avance del conocimiento sobre prácticas constructivas sostenibles en contextos similares.

Resultados

A continuación, se describe la caracterización de los materiales utilizados en el diseño de bloques ecológicos. Se detallan las propiedades técnicas de cada componente, su rol específico en el proyecto y la justificación de su selección para una aplicación óptima.

Este análisis proporciona una visión integral sobre la elección estratégica de materiales sostenibles, alineada con las normativas INEN 3066 y NEC-15 para viviendas sociales en Joa.

Caracterización de la caña de azúcar

La caña de azúcar, conocida científicamente como *Saccharum officinarum*, tiene su origen en Nueva Guinea y se caracteriza por alcanzar alturas de 3 a 5 metros con un crecimiento acelerado. Su cosecha se realiza entre 9 y 16 meses en climas cálidos, incluyendo un período de maduración de 2 a 3 meses, cuando el tallo deja de desarrollarse y las hojas comienzan a marchitarse. Estas propiedades hacen de su fibra un residuo ideal para bloques ecológicos sostenibles en viviendas sociales de Joa.

Producción de la caña de azúcar en Ecuador

De acuerdo a la Corporación Financiera Nacional [CFN] (2021), en Ecuador se cosechó 11.6167 toneladas métricas de caña de azúcar destinadas a la producción de azúcar en el año 2020. Esta cosecha provino de 139.406 hectáreas cultivadas.

Tabla 1. Provincias con la mayor producción de caña de azúcar en Ecuador.

Año	Provincia	Superficie cosechada (ha)	Producción (Tm)	Rendimiento (Tm/ha)	Porcentaje nacional
2021	Guayas	108,751	8,263,746	76.0	75%
	Cañar	24,588	2,120,542	86.2	19%
	Los Ríos	1,914	151,341	79.1	1%
	Manabí	700	63.000	40	1%
	Loja	1,700	209,091	123.0	2%
	Resto de provincias	2,453	271,448	110.7	2%
	Total	140,106	485,200,725	515	100%

Fuente: Corporación Financiera Nacional [CFN] (2021).

De acuerdo a la información, la provincia de guayas lideró la producción nacional, aportando el 75%, mientras que Cañar contribuyo con el 19% restante.

Según Cartay et al. (2018) afirman que en la provincia de Manabí actualmente se cultivan cerca de 700 hectáreas de caña de azúcar con una producción anual de 63000Tn, teniendo un precio de 30.08 dólares por toneladas, representando estadísticamente el 1% de la producción al nivel del Ecuador completando una totalidad del 100%. Las cuales son destinadas para la elaboración de productos como panela, aguardiente, alfeñique y derivados

Producción de caña de azúcar en la zona sur de Manabí

Es importante conocer la producción de la caña de azúcar en la zona sur de la provincia Manabí, ya que nos permite conocer la disponibilidad de la materia prima, para optimizar la logística, generación de empleo y promover prácticas agrícolas sostenibles, considerando un rendimiento de 50 a 90 toneladas por hectáreas.

Tabla 2. Producción de caña de azúcar en la zona sur de la Manabí

Producción y cosecha de la caña de azúcar en la zona sur		
Cantones	Superficie cosechada (ha)	Toneladas (Tn)
Jipijapa	30.356 ha	1001Tn
Paján	12.50 ha	412.5 Tn
Puerto López	1.89 ha	62.37 Tn
Total	44.746 ha	1,475.87Tn

Fuente: elaboración propia

Propiedades de la fibra de la caña de azúcar

De acuerdo con Osorio et al. (2007), el bagazo de caña de azúcar destaca por sus características morfológicas y propiedades físico-mecánicas, lo que lo posiciona como refuerzo fibroso ideal en materiales compuestos, como resume la tabla siguiente con sus atributos clave para procesamiento e ingeniería.

Estas cualidades validan su uso como material estratégico en el diseño de bloques ecológicos para viviendas sociales en Joa.

Estas propiedades justifican su consideración como material viable para el proyecto.

Cantidad de fibra para la elaboración de bloques

Para la elaboración de bloques se utilizó un bulto aproximado de 47kg de gabazo de caña de azúcar, para extraer una cantidad de fibra del gabazo de 31kg, considerando que se elaboraron tres unidades se utilizó un total de fibra de caña de 15.44kg. Para calcular la cantidad de

bagazo disponible solo considerando las 800 toneladas producidas en el sitio San Carlos, teniendo una disponibilidad de bagazo de 240 toneladas. Los 47 kilogramos de bagazo de la producción total representan aproximadamente el 0.0196% del 100%. Mientras que el 15.44 Kg de fibra utilizada para la elaboración de bloques representa en producción 0.01% de 15.44 toneladas disponible

Módulo de elasticidad GPa	Resistencia última MPa	Contenido de humedad %	Absorción de humedad %	Gravedad específica (g/cm ³)
16.9	196.4	12.1	78.5	1.25

Tabla 3. Análisis de datos de la producción y cantidad de fibra para la elaboración de bloques

Detalle	Cantidad	Unidad
Superficie cosecha (Zona sur de Manabí)	44.746	Hectáreas
Producción de caña (Zona sur de Manabí)	2.237,30	Toneladas
Bagazo total disponible (Representa el 25%)	559.325	Toneladas
Fibra obtenida del bagazo total (50%)	279.662	Toneladas
Bagazo utilizado para la elaboración de bloques	47	Kilogramos
Fibra utilizada para la elaboración de bloques	15.44	Kilogramos

Fuente: elaboración propia

Proceso de calculo

Se considera un rendimiento de 50 toneladas por hectáreas

Toneladas de caña de azúcar

Cantidad de bagazo

Representa el 25% total de la caña

Cantidad de fibra

Representa el 50% total del bagazo

- Mediante el análisis de datos se llegó a la conclusión de que el 47 kg de gabazo utilizado solo representa el 0.0127% de la producción total de 559.325 Tn.
- Para la fibra de caña de azúcar =15.44 kilogramos usados para elaborar 3 muestras bloques representan el 0.000008364% de la producción de total de 279.662 toneladas de fibra.

Considerando para un solo bloque

Fibra: 10.38 Kilogramos, fibra obtenida: 5.19 Kilogramos

Según el análisis realizado los 10.38 Kilogramos de bagazo utilizados para elaborar un bloque, representa el 0.000002811% del bagazo total y el 5.19 kilogramos representa el 0.002811% de la fibra total disponible, estimando una producción de 53,884,778 bloques.

En conclusión, estos datos sostienen la viabilidad y sostenibilidad de este proyecto, ya que la zona sur de Manabí cuenta con abundante producción de caña de azúcar, lo que asegura la producción continua de los bloques ecológicos con fibra de la caña de azúcar.

Figura 1. Fibra de la caña de azúcar, tras la extracción de jugo de caña



Fuente: elaboración propia

Proceso de obtención de la fibra de caña de azúcar

En este proceso la exactitud es fundamental para asegurar que el diseño de los bloques cumpla con los estándares de resistencia. En contexto, para extraer la fibra de la caña de azúcar, se requiere un procedimiento manual que incluye los siguientes pasos:

Lavado y desinfección

Los gabazos son sometidos a un proceso de lavado y desinfección con el objetivo de eliminar impurezas que podrían obstruir el posterior proceso de desfibrado. Esta etapa es suma importancia, ya que garantiza que el material este limpio y listo

Figura 2. Limpieza del bagazo de la caña de azúcar



Fuente: elaboración propia

Secado

Una vez que el bagazo esté libre de impurezas se procede a secarlo. Se extiende en una superficie limpia para exponerlo a luz del sol directa durante un periodo de 30 días, lo cual asegura que el material esté completamente deshidratado y preserve sus propiedades haciéndolo adecuado para su aplicación en la mezcla de cemento.

Figura 3. Proceso de secado del bagazo de la caña de azúcar



Fuente: elaboración propia

Desfibrado

Este proceso se lo realizó manualmente separando las finas hileras del gabazo que se encuentran en la celulosa de la caña, buscando liberar las fibras individuales de la matriz lignocelulosa que las une. Este proceso se puede realizar manual o mecánicamente, con la finalidad de obtener una adecuada de fibra con una longitud y un grado óptimo.

Figura 4. Fibra de la caña de azúcar




Fuente: elaboración propia

Características de los agregados para el diseño de los bloques

Piedra pómez

Es una roca ígnea de baja densidad que se utiliza como agregado grueso y se caracteriza por ser liviano y de gran utilidad en la construcción, debido a que tiene una mayor resistencia mecánica y baja estructura porosa, por lo tanto, al ser agregado en mezclas de hormigón tiene un comportamiento semi ligero debido a sus propiedades que se muestran a continuación.

Tabla 4. Propiedades del agregado grueso piedra pómez

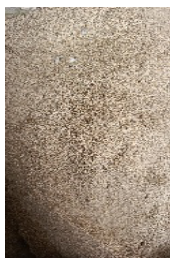
Propiedades de la piedra pómez			
Fisicomecánicas= 20%			
Resistencia a la compresión	Densidad	Conductividad térmica	
266	1824	0.39w/mk	

Fuente: Colombo y Mendoza (2021).

Arena

Es un mineral que se utiliza como agregado fino que se mezcla con el cemento para darle finura y elaborar hormigones u otros elementos eficientes para la construcción, así como: Adoquines, bloques, etc. Misma que se utilizó para el diseño de los bloques, arena seca con las siguientes propiedades que se muestran a continuación:

Tabla 5. Propiedades de la arena seca

Propiedades de la Arena			
Arena seca finura: 0.05 – 2.00 mm			
Peso específico	Porcentajes de vacíos	Densidad	
1400 a 1700	Arena fina: 5%	1442 kg/m ³	


Fuente: Solis (s.f.).

Cemento

Es un polvo fino gris de textura mate, que se obtiene al moler la piedra caliza y arcillas. Este es conocido por su resistencia y durabilidad en estructuras de hormigón armado al ser mezclados

con agregados finos y gruesos, se forma una consistencia sólida y resistente

Tabla 6. Propiedades del cemento portland

Propiedades	
Propiedades adherentes	
Propiedades cohesivas	
Endurecimiento rápido	
Representación	

Fuente: Promat (s.f.).

Diseño del bloque

Descripción de las Normativas Técnicas Ecuatorianas INEN 3066 y 638 utilizada para la fabricación de los bloques

Para realizar el presente diseño de los bloques, se lo hizo conforme a la normativa INEN 3066 en la versión 2016 y la NTE INEN 638, 643 que establece los requisitos de diseño y métodos de ensayo para la fabricación de bloques de hormigón con o sin aditivos.

Los bloques de hormigón se categorizan de acuerdo con su uso y masa volumétrica.

Tabla 7. Bloques de concreto de acuerdo con su uso

Clase	Uso
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Aliviamientos en losas

Fuente: INEN 3066 (2016).

Los bloques de clase B para mampostería no estructural, según la INEN 3066 nos sirven para paredes internas, externas y cierres perimetrales, donde no se requieren resistencia a cargas estructurales mayores.

La normativa técnica ecuatoriana INEN 3066 menciona los procedimiento y requerimientos de ensayos de la muestra, enfatizando que cumplan los requisitos generales para bloques huecos de hormigón: Resistencia a compresión de los bloques, absorción, densidad, dimensiones y contenido de humedad. En el apartado de los ensayos a compresión de los bloques la normativa nos muestra la resistencia a compresión neta que deben cumplir los bloques tipo B como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7. Resistencia mínima a la compresión simple

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa*)		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13,8	4,0	1,7
Por bloque	12,3	3,5	1,4

1MPa= 10,2 kg/cm³

Fuente: INEN 3066 (2016).

Tabla 8. Numero de bloques para ensayos

Propiedad	Número de bloques
Dimensiones	12,3
Aspectos visuales	Lote completo
Absorción dimensidad y otros	3
Resistencia a la compresión simple	3

Fuente: INEN 3066 (2016).

Bloques con fibra de caña de azúcar y agregados

Para abordar este tema de investigación se consideraron aspectos importantes como escasas viviendas en zona sur de la provincia de Manabí, bajos recursos económicos y una zonificación de alto riesgo sísmico, teniendo como finalidad aportar con conocimientos técnicos ingenieril. De tal manera la elaboración de bloques ecológicos tiene una misión principal que es tener un alcance económico accesible mostrándose como un material sostenible para la construcción, a su vez ayuda a mejorar el medio ambiente y aporta con una solución para los habitantes de la comuna Joa del cantón Jipijapa.

Dosificación de los bloques de cemento con fibra de la caña de azúcar

Para la elaboración de los bloques con fibra de la caña de azúcar se consideró fabricar 3 muestras de bloques para probar su resistencia a compresión y adicionalmente 3 muestras más para desarrollar los ensayos de absorción y densidad según lo establecido en la normativa INEN 3066. Para la dosificación de los 6 bloques se considerarán los siguientes valores.

Tabla 9. Materiales para fabricar los bloques con fibra de caña de azúcar

Nº DE BLOQUES	CEMENTO	PIEDRA PÓMEZ	ARENA	FIBRA	AGUA
1	4.000	3.997	1.008	2.700	2.5
2	3.052	2.995	1.008	5.190	2.5
3	1.500	1.921	1.008	7.550	2.5
Total	8.561kg	8.91kg	3.024kg	15.44kg	7.5Litros

Fuente: elaboración propia

Según la normativa INEN 3066, no indica que para los ensayos a compresión se deben fabricar 3 bloques como se muestra en la tabla 8.

Hidratación y edad de las muestras

Una vez de haber fabricados los bloques de hormigón se esperó 12 horas para proceder a hidratarlos adecuadamente por 15 días en forma de lluvia o aspersión en un lugar donde no estén expuestos al sol, ya que esta humedad permite que el hormigón fragüe y endurezca reduciendo así el riesgo de agrietamientos en las unidades. Luego de haber cumplido los 28 días, contando desde la fecha de fabricación, los bloques de hormigón están aptos para ser sometidos a los respectivos ensayos de resistencia a la compresión siguiendo los métodos establecidos en la normativa NTE INEN 3066.

Figura 5. Bloques con fibra de caña de azúcar



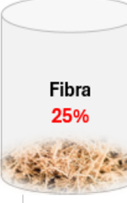
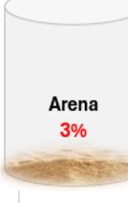



Fuente: elaboración propia

Ensayo de resistencia a compresión de las muestras con fibra

Bloques con fibra de caña de azúcar, cemento y agregados

Figura 6. Ensayo de la muestra N°1

				
Cemento 30%	Piedra pómez 35%	Fibra 25%	Arena 3%	Agua 2%
Cemento 0,40	Piedra pómez 0,35	Fibra 0,25	Arena 0,3	Agua 0,2
Rotura: 2930kg %Rotura: 82%				
Cemento 0,30	Piedra pómez 0,20	Fibra 0,50	Arena 0,3	Agua 0,2
Rotura: 3572kg %Rotura: 100%				

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Resultados de ensayos a la compresión de los bloques ecológicos




UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

Creada el 7 de febrero del año 2001, según registro oficial #261

ENSAYO A COMPRESIÓN DE BLOQUES CON FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR

MAMPOSTERÍAS NO ESTRUCTURALES CLASE "B"



<p>Proyecto: Diseño de bloques ecológicos con fibra de la caña azúcar para viviendas de interés social en el sitio Joa</p> <p>Lugar de ensayos Predios de la Universidad estatal del sur de Manabí (Laboratorio de Ingeniería Civil - INGAPIRCA)</p> <p>Normativa: NTE INEN 3066</p> <p>Máquina de ensayo: ASTM - C496 Humboldt (CM-2500-SD)</p> <p>Capacidad de la maquina: 250000 lbf</p> <p>Fecha de fabricación de las muestras: 23/12/2024</p> <p>Fecha de ensayo a compresión: 24/01/2025</p>												<p>Fotografía de las muestras</p> 			
												<p>Resistencia Requerida: 3.5 (Mpa)</p>			
Nº muestras	Edad de las muestras (Días)	Dimensiones de los bloques				Vacios		Área bruta (mm ²)	Área efectiva (mm ²)	Volumen (m ³)	Peso (Kg)	Carga máxima (KN)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (%)
		Longitud (mm)	Altura (mm)	Espesor (mm)	Área (cm)	Longitud (mm)	Espesor (mm)								
1	>30	400	200	90	7.200	155	30	36000	26700	0.0718	6.65	38.12	2930	2.87	82.00 %
2	>30	400	200	90	7.200	155	30	36000	26700	0.0718	6.40	62.00	3572	3.50	100.00%
3	>30	400	200	90	7.200	155	30	36000	26700	0.0718	6.35	37.00	1590	1.56	44.57%

C

C

Fuente: elaboración propia

Análisis de resultados de los bloques ecológicos

- Bloque (25% Fibra) M1**

Este bloque teniendo un peso de 6.65kg, obtuvo una resistencia a la compresión de 2.87MPa lo cual, **no cumplió** con los patrones requeridos en la normativa, para su aplicación en la mampostería, según la normativa INEN 3066 lo clasifica como un bloque tipo C para para aliviamientos de losas con una resistencia requerida de 1.4MPa, lo cual si cumple para otra aplicación.

- Bloque (50% Fibra) M2**

Este bloque teniendo un peso de 6.40 Kg, obtuvo una resistencia a la compresión de 3.50MPa lo cual, **si cumplió** con lo establecido en los parámetros en la normativa. Clasificándolo según la normativa INEN 3066, como un bloque tipo B para mampostería con una resistencia requerida de 3.5MPa.

Observación: Se puede observar que con el 50% de fibra de caña de azúcar el bloque obtuvo una mayor resistencia a la compresión y un peso adecuado. Lo que indica que este bloque cumple y sirve para la producción continua, usando esta fórmula y proporción de materiales.

- **Bloque (75% Fibra) M3**

Este bloque teniendo un peso de 6.35kg, obtuvo una resistencia a la compresión de 1.56MPa lo cual, **no cumplió** con los patrones requeridos en la normativa. según la normativa INEN 3066 lo clasifica como un bloque tipo C para para aliviamientos de losas con una resistencia requerida de 1.4MPa, lo cual si cumple para otra aplicación.

Figura 7. Peso de fibra ideal utilizada para el diseño de los bloques ecológicos



Fuente: elaboración propia

Conclusiones del ensayo

- Al aumentar consecutivamente la proporción de fibra de caña de azúcar, se observó que los bloques son más livianos ya que la fibra actúa con un aligerante natural reduciendo el peso volumétrico del material compuesto. Adicionalmente se comprobó que la fibra de caña mejora la resistencia de los bloques de construcción.
- Es importante considerar que al agregar más proporción fibra, la resistencia de los bloques disminuye. Por ello en la muestra 2 con el 50% de fibra, obtuvimos resultados favorables cumpliendo con una resistencia de 3.50MPa y con un peso muy ligero de 6.40kg, teniendo una proporción óptima de fibra de caña de azúcar que favorece la resistencia del bloque.

Ensayos de absorción de los bloques con fibra de caña de azúcar a los 30 días

Tabla 11. Absorción de agua de los bloques de fibra de caña de azúcar y hormigón

ABSORCIÓN DE AGUA (%)							
$A (%) = \frac{M.Saturada - M.seca}{M.seca} * 100$							
Bloques	Porcentaje de fibra (%)	N° Ensayo	Peso seco de las muestras (Kg)	Muestra Sumergida (Ms)	Muestra Saturada (Mi)	Muestra Seca (Md)	Absorción (%)
Bloque de (FGCA)	25%	1	6.350	1.950kg/cm3	6.894	6.350	8.57%

ABSORCIÓN DE AGUA (%)

$$A (\%) = \frac{M.Saturada - M.seca}{M.seca} * 100$$

Bloques	Porcentaje de fibra (%)	N° Ensayo	Peso seco de las muestras (Kg)	Muestra Sumergida (Ms)	Muestra Saturada (Mi)	Muestra Seca (Md)	Absorción (%)
Bloque de (FGCA)	50%	2	6.400	1.996kg/cm ³	6.939	6.803	2.00%
Bloque de (FGCA)	75%	3	6.650	2.404kg/cm ³	7.257	6.939	4.58%

Fuente: elaboración propia

Donde:

Ms: Muestra sumergida

Mi: Muestra saturada

Md: Muestra seca

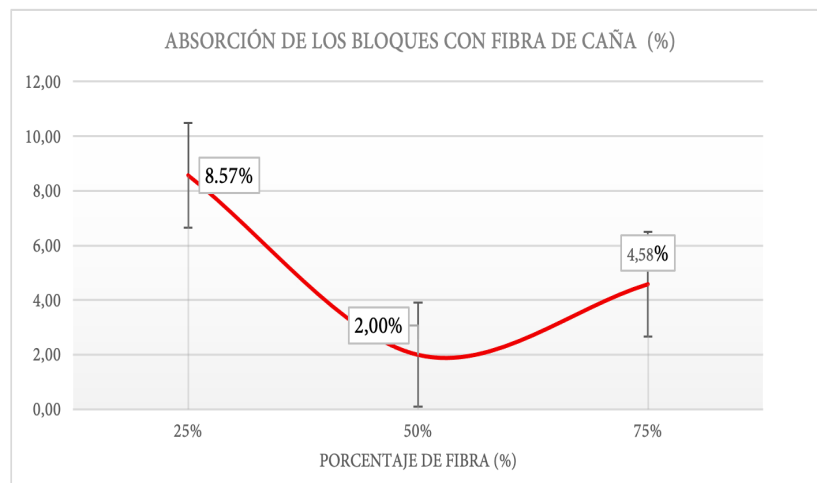
$$A = \frac{Mi - Md}{Md} \times 100$$

$$A = \frac{6.894kg - 6.350kg}{6.350kg} \times 100 = 8.57\%$$

$$A = \frac{6.939kg - 6.803kg}{6.803kg} \times 100 = 2.00\%$$

$$A = \frac{7.257kg - 6.939kg}{6.939kg} \times 100 = 4.58\%$$

Figura 8. Curva de porcentajes de agua absorbida en los bloques con fibra de caña

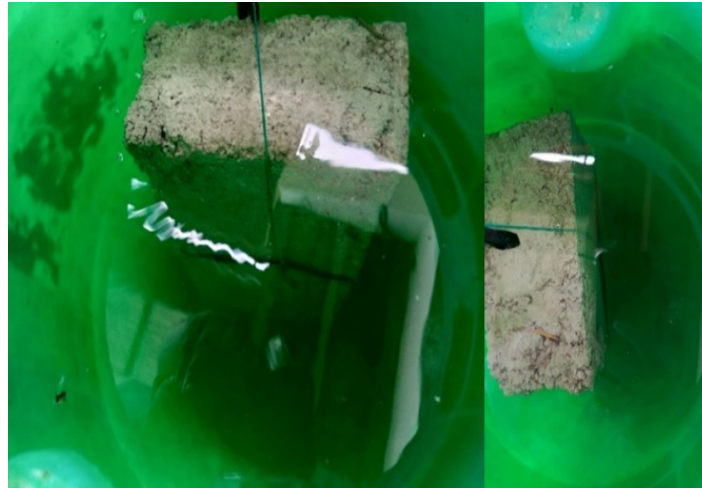


Fuente: elaboración propia

Mediante la curva de absorción se pudo comprobar que las tres muestras cumplen con la norma NTE INEN 643, la cual establece que la absorción máxima de agua permitida en bloques de hormigón es del 15%. La muestra 2 con un porcentaje de 2%, tuvo la menor absorción, siendo

la óptima para la construcción de viviendas duraderas. Las muestras 1 y 3 también cumplen con la norma con porcentajes de **8.57%** y **4.58%** respectivamente. Esto asegura que los bloques son adecuados para su uso en construcción, ofreciendo buena resistencia a la humedad.

Figura 9. Muestras sumergidas de los bloques con fibra para ensayo de absorción



Fuente: elaboración propia

Ensayo de resistencia a compresión de los bloques tradicionales con granzón

Tabla 12. Resultados de ensayos a la compresión de los bloques tradicionales

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ																
Carrera Ingeniería Civil																
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ																
Creada el 7 de febrero del año 2001, según registro oficial #261																
ENSAYO A COMPRESIÓN DE BLOQUES TRADICIONALES																
DIMENSIONES 40x20x10																
Proyecto: Diseño de bloques ecológicos con fibra de la caña azúcar para viviendas de interés social en el sitio Joa										Fotografía de las muestras						
Lugar de ensayos																
Predios de la Universidad estatal del sur de Manabí (Laboratorio de Ingeniería Civil - INGAPIRCA)																
Normativa: NTE INEN 3066																
Máquina de ensayo: ASTM - C496 Humboldt (CM-2500-SD)																
Capacidad de la maquina: 250000 lbf																
Fecha de fabricación de las muestras: 23/12/2024										Resistencia Requerida: 3.5 (Mpa)						
Fecha de ensayo a compresión: 24/01/2025																
Nº muestras	Edad de las muestras (Días)	Dimensiones de los bloques				Vacíos		Área bruta (mm ²)	Área efectiva (mm ²)	Volumen (m ³)	Peso (Kg)	Carga máxima (KN)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (%)	Aliviamiento de losas
		Longitud (mm)	Al-tura (mm)	Es-pesor (mm)	Área (cm)	Lon-gitud (mm)	Es-pesor (mm)									
1	>30	400	200	10	8.000	120	30	40000	32800	0.07988	6.80	38.12	2330	2.28	65.14 %	
2	>30	400	200	10	8.000	120	30	40000	32800	0.07988	6.50	62.00	1990	1.95	55.71%	
3	>30	400	200	10	8.000	120	30	40000	32800	0.07988	6.50	37.00	1900	1.86	53.14%	

Fuente: elaboración propia

Análisis de resultados de los bloques tradicionales

- **Bloque tradicional (M1)**

Este bloque teniendo un peso de 6.80kg, obtuvo una resistencia a la compresión de 2.28MPa lo cual, **no cumplió** con los patrones requeridos en la normativa, para su aplicación en la mampostería, según la normativa INEN 3066 lo clasifica como un bloque tipo C para para aliviamientos de losas con una resistencia requerida de 1.4MPa, lo cual si cumple para otra aplicación. Observación: Se pueden observar que este bloque obtuvo una mayor resistencia a compresión a diferencia de las demás muestras.

- **Bloque tradicional (M2)**

Este bloque teniendo un peso de 6.51 Kg, obtuvo una resistencia a la compresión de 1.95MPa lo cual, no cumplió con los patrones requeridos en la normativa, para su aplicación en la mampostería, según la normativa INEN 3066 lo clasifica como un bloque tipo C para para aliviamientos de losas con una resistencia requerida de 1.4MPa, lo cual si cumple para otra aplicación.

- **Bloque tradicional (M3)**

Este bloque teniendo un peso de 6.40kg, obtuvo una resistencia a la compresión de 1.86 MPa lo cual, no cumplió con los patrones requeridos en la normativa. Según la normativa INEN 3066 lo clasifica como un bloque tipo C para para aliviamientos de losas

Ensayos de absorción de los bloques tradicionales a los 30 días

Tabla 13. Absorción de agua de los bloques de fibra de caña de azúcar y hormigón

Bloques	Porcentaje de fibra (%)	Nº Ensayo	Peso seco de las muestras (Kg)	Muestra Sumergida (Ms)	Muestra Saturada (Mi)	Muestra Seca (Md)	Absorción (%)
Bloque tradicional	0%	1	6.80	1.999kg/cm ³	8.231	6.812	20.83%
Bloque tradicional	0%	2	6.51	2.416kg/cm ³	7.983	6.989	14.25%
Bloque tradicional	0%	3	6.40	1.967kg/cm ³	6.995	6.250	11.92%

Fuente: elaboración propia

Donde:

Ms: Muestra sumergida

Mi: Muestra saturada

Md: Muestra seca

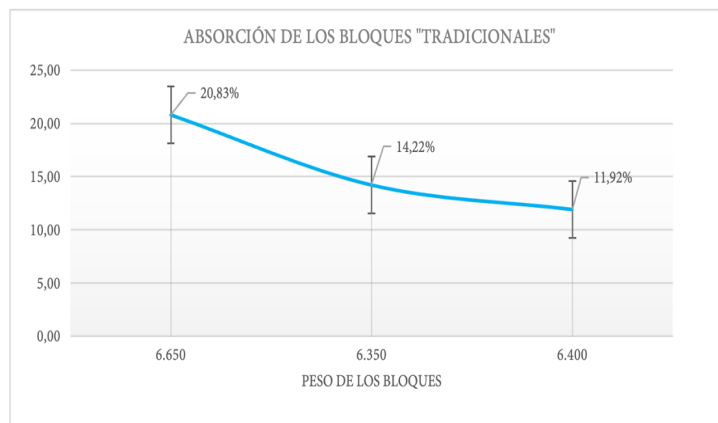
$$A = \frac{M_i - M_d}{M_d} \times 100$$

$$A = \frac{8.231kg - 6.812kg}{6.812kg} \times 100 = 20.83\%$$

$$A = \frac{7.983kg - 6.989kg}{6.987kg} \times 100 = 14.25\%$$

$$A = \frac{6.995kg - 6.250kg}{6.350kg} \times 100 = 11.92\%$$

Figura 10. Absorción obtenida de los bloques tradicionales



Fuente: elaboración propia

Mediante la curva se puede evidenciar que la muestra 1, al presentar un porcentaje de absorción del 20.83% excede el límite del 15% permitido por la norma NTE INEN 643, lo que indica que no fue fabricado correctamente y hace lo hace inadecuado para la construcción, ya que compromete la estabilidad de la edificación. Mientras que la muestra 1 con 14.25% y la muestra 2 con 11.92% cumplen con la normativa. Estos resultados demuestran la superioridad de los bloques con fibra de caña de azúcar en términos de resistencia a compresión y absorción.

Figura 11. Muestra sumergida de bloque tradicional para ensayo de absorción



Fuente: elaboración propia

Discusión

Se evidencia en esta investigación un análisis significativo que representa el uso de bloques con fibra de caña de azúcar, concretamente en una dosificación óptima del 50%. Estos bloques alcanzan una resistencia mecánica de 3.50 MPa y una absorción de agua inferior al 8.57%, cifras que superan con creces a los bloques tradicionales que alcanzan máximos de 2.28 MPa en resistencia y presentan absorciones hasta del 20.83%. Esta mejora en las propiedades físicas y mecánicas no solo garantiza el cumplimiento de la norma INEN 3066 clase B para mampostería no estructural, sino que también aporta mayor durabilidad y desempeño en condiciones de humedad, un factor crítico en la construcción habitacional

La incorporación de fibra de caña de azúcar funciona como un aligerante natural del bloque, lo que reduce el peso volumétrico del material. Este efecto no solo facilita el manejo y transporte, sino que también disminuye las cargas en las estructuras, optimizando el uso de materiales de soporte y reduciendo costos asociados en la construcción. Además, la fibra refuerza la matriz cementicia, mejorando la resistencia mecánica incluso con una dosificación adecuada que no comprometa la homogeneidad del bloque

Desde una perspectiva regional, el uso de bagazo de caña de azúcar para la fabricación de estos bloques posee una gran ventaja logística y medioambiental. La región sur de Manabí genera aproximadamente 559 toneladas de este residuo agrícola, disponible como recurso local abundante y muchas veces subutilizado o desechado. Aprovechar este residuo para la confección de materiales de construcción no solo reduce la dependencia de insumos convencionales, sino que también representa una estrategia sostenible de valorización de residuos agrícolas, promoviendo un ciclo productivo circular.

Económicamente, la producción de bloques con fibra de caña puede resultar más accesible para proyectos de viviendas sociales en zonas como Joa, donde el déficit habitacional es urgente. La cercanía y facilidad de transporte desde San Carlos contribuyen a minimizar los costos logísticos, un factor clave para la viabilidad de proyectos de bajo presupuesto. Además, la mejora en la durabilidad y resistencia puede traducirse en costos menores de mantenimiento y reparación a mediano y largo plazo.

En conjunto, estos resultados validan técnica y económicamente la inclusión de fibra de caña de azúcar como material innovador en la mampostería no estructural para viviendas sociales. Superar las limitaciones de los materiales convencionales, en términos de resistencia, absorción y sostenibilidad, representa un avance importante para enfrentar los desafíos habitacionales en zonas vulnerables, además de impulsar prácticas constructivas más ecológicas y responsables con el entorno regional.

Conclusión

A partir de la caracterización detallada de los materiales, se logró identificar y seleccionar aquellos que mejor cumplen con las exigencias técnicas y ambientales necesarias para la fabricación de bloques ecológicos. La formulación de estos bloques, basada en una combinación estratégica de caña de azúcar, cemento y agregados, con una incorporación del 50% de fibra natural, evidencia un desempeño favorable al superar rigurosas pruebas de resistencia a compresión y absorción realizadas en el Laboratorio de Suelos Ingapirca de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Estos resultados no solo demuestran la viabilidad técnica del bloque como material constructivo, sino que también abren paso a su adopción como alternativa sustentable en la edificación de viviendas de interés social.

Por otro lado, la inclusión de hormigón y caña guadúa en la estructura complementa eficientemente las propiedades del bloque ecológico. Esto permite beneficiar tanto la resistencia estructural como la flexibilidad y el aislamiento térmico, elementos claves para la habitabilidad y durabilidad de las viviendas. La combinación de estos materiales naturales, disponibles en la región y renovables, contribuye significativamente a reducir el impacto ambiental de la construcción, alineándose con criterios actuales de sostenibilidad y responsabilidad social.

La propuesta resultante representa un avance importante en el ámbito de la vivienda social, pues integra materiales de origen natural y de uso sostenible sin sacrificar calidad ni seguridad. Esto no solo impulsa la economía local mediante el aprovechamiento de recursos regionales, sino que también fomenta prácticas constructivas más ecológicas, adecuadas para zonas con déficit habitacional. Así, se posiciona como una solución innovadora y replicable que responde a retos sociales y ambientales, promoviendo un desarrollo sustentable desde la base misma del proceso constructivo.

Referencias

- Acosta, W. (2013). *Diseño de vivienda y clima*. Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo.
- Cruz, M., López, J., & Pérez, R. (2020). Sustainable materials in housing construction: An overview. *Journal of Environmental Management*, 250. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109505>
- González, A., & Martínez, L. (2022). Historical perspectives on sustainable building practices. *Construction and Building Materials*, 320. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126239>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2016). *NTE INEN 3066: Eficiencia energética en edificaciones. Requisitos*.
- Leiva, D. D. (2019). *Metodología para la construcción de edificaciones sostenibles*. Corporación Universitaria UNITEC.
- Moreira Macías, L. C. (2019). Construcciones sostenibles: materiales ecológicos en viviendas de interés social VIS. *Diseño Arte y Arquitectura*, (7), 67-81.

Pérez, J., & López, A. (2021). Energy efficiency in social housing: A sustainable approach. *Renewable Energy Research Journal*, 11(2), 123-134.

UN-Habitat. (2019). *World Habitat Day report 2019*. United Nations Human Settlements Programme.

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.

Nota

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.