



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de fibra de bagazo de caña de azúcar en ladrillos, como alternativa para la construcción, Moyobamba 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Collazos Velasquez, Journeth Marcela (orcid.org/0000-0001-9320-5571)

Rodriguez Cobos, Alex (orcid.org/0000-0002-1135-1960)

ASESOR:

Mg. De la Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

MOYOBAMBA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - MOYOBAMBA, asesor de Tesis titulada: "ADICIÓN DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LADRILLOS, COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN, MOYOBAMBA 2024", cuyos autores son COLLAZOS VELÁSQUEZ JOURNETH MARCELA, RODRIGUEZ COBOS ALEX, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

MOYOBAMBA, 04 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO DNI: 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 04-07- 2024 16:57:52

Código documento Trilce: TRI - 0794097



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, COLLAZOS VELÁSQUEZ JOURNETH MARCELA, RODRIGUEZ COBOS ALEX estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - MOYOBAMBA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ADICIÓN DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LADRILLOS, COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN, MOYOBAMBA 2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ALEX RODRIGUEZ COBOS DNI: 74220433 ORCID: 0000-0002-1135-1960	Firmado electrónicamente por: RRODRIGUEZCO93 el 04-07-2024 17:24:36
JOURNETH MARCELA COLLAZOS VELASQUEZ DNI: 75698092 ORCID: 0000-0001-9320-5571	Firmado electrónicamente por: JMCOLLAZOSC el 04-07-2024 16:12:22

Código documento Trilce: TRI - 0794099

Dedicatoria

En primer lugar, agradecer a Dios, por su amor infinito y por ser mi guía para poder alcanzar todos mis objetivos.

A mis padres, cuyo amor incondicional, sacrificio y ejemplo de dedicación han sido mi soporte detrás de cada paso que he dado en este trascurso académico.

A mi hermano, por ser mi motivación e inspiración en este nuevo logro en mi vida.

A todos nuestros docentes que nos acompañaron en esta hermosa experiencia, siendo los principales partícipes responsables de nuestra formación académica, por sus conocimientos y por ser mi inspiración para superar mis límites.

***Collazos Velásquez, Journeth
Marcela.***

A Dios, por ser fuente de fortaleza y sabiduría en cada paso de mi vida.

A mis queridos padres, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido mi mayor inspiración.

A mis adorables hermanas, por su apoyo emocional y amistad inquebrantable.

A mi hija, cuyo amor, alegría y presencia en mi vida han mi mayor motivación y razón para esforzarme cada día.

A nuestros docentes cuya dedicación, orientación y sabiduría han sido fundamentales en mi proceso de aprendizaje a través de su experiencia y compromiso.

Rodríguez Cobos, Alex

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por ser fuente de inspiración y guía a lo largo de este arduo camino.

A mis padres y hermano, a quienes les dedico este triunfo más en mi vida con profunda gratitud. Su amor y sacrificio fue mi pilar más grande en esta travesía académica.

A nuestro asesor, Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega. Su orientación experta, paciencia y dedicación han sido esenciales en la realización de este proyecto. Gracias por compartir su conocimiento, por inspirarme a alcanzar nuevos niveles de excelencia y por brindarme la confianza para superar los desafíos académicos.

***Collazos Velásquez, Journeth
Marcela.***

En primer lugar, a Dios, fuente de fortaleza y sabiduría, por guiar mis pasos y brindarme la inspiración.

A mis queridos padres, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido la base de mi vida y la razón de mis logros. Gracias por siempre creer en mí y por brindarme la educación y oportunidades que han hecho posible este logro.

A mi hija, mi mayor motivación y razón para esforzarme cada día. Este logro es un tributo a tu amor y confianza en mí. Quiero que veas que, con determinación y esfuerzo, cualquier meta es alcanzable.

Al Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega, por su orientación experta y apoyo constante a lo largo de este proceso. Sus consejos y guía fueron esenciales en la realización de este trabajo.

Rodríguez Cobos, Alex.

Índice de contenidos

Carátula	
Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad de los autores	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- METODOLOGÍA	7
III.- RESULTADOS	13
IV.- DISCUSIÓN	20
V.- CONCLUSIONES	23
REFERENCIAS	26
ANEXOS	29

Índice de tablas

Tabla 1 Distribución del muestreo	10
Tabla 2 Dosificación de los materiales.....	14
Tabla 3 Ensayo de Variación Dimensional.....	15
Tabla 4 Ensayo de alabeo	16
Tabla 5 Ensayo de absorción.....	17
Tabla 6 Ensayo de resistencia a la compresión.	18
Tabla 7 Matriz de operacionalización de variables	29

Índice de figuras

Figura 1 Dimensiones del ladrillo con adición de FBCA.	13
--	----

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo determinar la adición de la fibra de bagazo de caña de azúcar en la fabricación de ladrillos como una alternativa positiva para la construcción, Moyobamba 2024.

La metodología que se empleó para el proyecto de investigación es de tipo aplicada, el diseño es cuasi experimental, con un enfoque cuantitativo, la población son todos los ladrillos a producir por cada porcentaje de adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 5%, 7% y 10%, con una muestra conformada por 30 ladrillos total.

Los resultados que se obtuvieron demuestran que para las muestras con adición al 5% se obtuvo una resistencia a la compresión de 5.8 Mpa, ingresando a la categoría de ladrillo estructural tipo I; para las muestras con adición al 7% se obtuvo una resistencia a la compresión de 4.4 Mpa, por lo que no cumple con los parámetros para un ladrillo; y para la muestra con adición al 10% se obtuvo una resistencia de 7.8 Mpa, ingresando a la categoría de ladrillo estructural tipo II.

Concluyendo que el diseño con adición al 10% de fibra de bagazo de caña de azúcar es el más óptimo, cuyas propiedades mecánicas hacen que este represente una alternativa para la construcción.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, ladrillo, fibra de bagazo de caña de azúcar.

Abstract

The objective of this research is to determine the addition of sugarcane bagasse fiber in the manufacture of bricks as a positive alternative for construction, Moyobamba 2024.

The methodology used for the research project is applied, the design is quasi-experimental, with a quantitative approach, the population is all the bricks to be produced for each percentage of addition of 5% sugarcane bagasse fiber, 7% and 10%, with a sample made up of 30 bricks in total.

The results obtained demonstrate that for the samples with 5% addition a compressive strength of 5.8 Mpa was obtained, entering the category of type I structural brick; For the samples with 7% addition, a compressive strength of 4.4 Mpa was obtained, so it does not meet the parameters for a brick; and for the sample with 10% addition, a resistance of 7.8 Mpa was obtained, entering the category of type II structural brick.

Concluding that the design with the addition of 10% sugarcane bagasse fiber is the most optimal, whose mechanical properties make it represent an alternative for construction.

Keywords: Compressive strength, brick, sugarcane bagasse fiber.

I.- INTRODUCCIÓN

Según Llanos y Medrano (2022), las unidades básicas de albañilería, más conocidos como ladrillos, han tenido gran impacto en la evolución de las culturas, este invento de la ingeniería a dado pase a grandes monumentos, civilizaciones y todo tipo de estructuras a base de arcilla principalmente. Por ello, también a lo largo del tiempo, optaron en buscar nuevos aditivos para mejorar dichos elementos, para obtener productos ecológicos y con mejores propiedades mecánicas, físicas y químicas.

En Egipto, ante la falta de arcilla como material principal para los ladrillos artesanales han tenido que buscar sustitutos con características equivalentes o superiores, siendo el reciclaje su mayor aliado en la producción de nuevos elementos, sin embargo, obtuvieron resultados negativos en cuanto a las propiedades físicas y químicas. (Shaqour et al., 2021)

En 1980, Nicholas Grimshaw fundó el estudio londinense. Grimshaw realizó su maestría en Arquitectura y Sostenibilidad de la Universidad de East London, donde se desarrollaron nuevos materiales innovadores para la construcción que podrían sustituir tanto al ladrillo como al hormigón. Grimshaw creó una muestra de losa armada, marcando el primer uso técnico del "Sugarcrete". Este nuevo material se obtiene al mezclar fibras de bagazo, que es la sobrante de la caña de azúcar después de extraer su jugo. Sugarcrete es un insumo con la suficiencia de ser empleado y reutilizado en nuevas estructuras que ya existen. A lo largo de 2 años, los ensayos llevados a cabo en la universidad indicaron que el bloque de bagazo aminora el tiempo de curado de hasta 28 días a solo una semana en comparación con la producción de hormigón. Además, descubrieron que es 5 veces mucho más ligero que un bloque de cemento tradicional y disminuye de manera sobresaliente su huella de carbono a un 15 o 20%. (Clarín ARQ – PB, 2023)

En el Perú, aunque no se han desarrollado unidades con este tipo de agregados, contamos con investigaciones que han mostrado resultados prometedores, como se demostrará en los antecedentes. Estas investigaciones indican que la adición de fibras puede modernizar tanto la parte mecánica como la física de dichos elementos en los que se utilizan.

Debido a la problemática se genera la pregunta general de: ¿La incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar en ladrillos, será una alternativa positiva para la construcción, Moyobamba 2024? y como problemas específicos se planteó: ¿Cuáles son las dimensiones de diseño del ladrillo con fibra de bagazo de caña de azúcar?, ¿Cuál es el boceto de mezcla para el ladrillo con fibra de bagazo de caña de azúcar? y ¿Cuál es la resistencia a la compresión del ladrillo con fibra de bagazo de caña de azúcar?

Nuestra justificación teórica, favorece a obtener nuevos conocimientos y ofrecer una fuente de información acerca del uso de fibra de bagazo de caña de azúcar (FBCA) y estudios referentes cuando se incorpora fibras de origen natural para el diseño de ladrillos, concretos, y demás elementos estructurales o no estructurales, que representen nuevas alternativas para la construcción, y de ese modo ampliar el horizonte intelectual y ayudar al crecimiento académico para profesionales y estudiantes.

Así mismo, la justificación social de nuestra investigación, nos permite obtener el diseño para una unidad de albañilería con FBCA, cuya producción también ayude a promover el reciclaje de fibras de origen natural que abundan en la ciudad de Moyobamba, y que muchas veces son desechadas ya que son residuos de otras actividades económicas.

De igual manera, en la justificación económica, demostramos que mediante esta investigación se podrá representar como una alternativa económica y accesible para la población de bajos ingresos, cuyas familias buscan mejorar su calidad de vida al tener una vivienda con materiales adecuados, que garanticen su seguridad y confort.

Posteriormente, la justificación ambiental, la importancia de este proyecto para demostrar nuevas formas y técnicas para la creación de ladrillos ecológicos y al uso de fibras de origen natural que aporten a nuestros sistemas constructivos y así disminuyan el impacto ambiental que producen las ladrilleras al promover la sobreexplotación de canteras pétreas para la obtención de recursos.

Por ende, este proyecto posee como objetivo general: Determinar la adición de la fibra de bagazo de caña de azúcar en la fabricación de ladrillos como una alternativa positiva para la construcción, Moyobamba 2024. Siguiendo con los objetivos específicos: Establecer las dimensiones de diseño del ladrillo con fibra de bagazo de caña de azúcar. Elaborar el diseño de mezcla para el ladrillo con fibra de bagazo de caña de azúcar. Determinar la resistencia a la compresión del ladrillo con fibra de bagazo de caña de azúcar.

Por último, la hipótesis en estudio es, que se determinó que el diseño de ladrillo con adición de fibra de bagazo de caña de azúcar es una alternativa positiva para la construcción, Moyobamba 2024. Entre las hipótesis específicas tenemos: Se establecieron las dimensiones de diseño del ladrillo con fibra de bagazo de caña de azúcar. Se elaboró el diseño de mezcla para el ladrillo con fibra de bagazo de caña de azúcar. Se determinó la resistencia a la compresión del ladrillo con fibra de bagazo de caña, siendo la de 10% de adición la más óptima.

Según Bermúdez, Cifuentes y Daza (2021) en su investigación *la maqueta de ladrillo de cáñamo, como una opción sostenible a los ladrillos de arcilla, usados en la construcción de edificios en la ciudad de Bogotá*, indican que el ladrillo diseñado con adición de FBCA al 10.93%, se encuentra dentro de los valores mínimos de la norma técnica colombiana en cuanto a resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción, teniendo en cuenta que las muestras al momento de realizar el ensayo de compresión, solo contaba con 3 días de curado, además es una alternativa muy económica para su producción y compra, asimismo, no solo proporciona comodidad al cliente, sino que también contribuye a la disminución de emisiones de CO₂, beneficiando al medio ambiente en su método de producción, en comparación a la fabricación de ladrillos tradicionales.

Robles (2022) en su tesis *realización de bloques de adobe con fibras de bagazo de caña y nopal para aumentar la resistencia a compresión y durabilidad*, utilizó FBCA con tamaños menores a 5 centímetros y en estado seco, para la fabricación de los adobes, con ello se realizó su diseño de mezcla donde los mejores resultados se obtuvieron de las proporciones 5%, 7% y 10% de adición de FBCA, llegando a la conclusión de que los bloques mostraron aumento en la

resistencia a la compresión en comparación al ladrillo tradicional no estructural, además las FBCA ayudan dando estabilidad en la prueba de absorción soportando interacciones con el agua durante 24 horas, y mejora la ductilidad además tiene propiedades como aislante térmico; en suma, se ha empleado materiales ecológicos, económicos y accesibles para gran parte de la población a nivel mundial; sin embargo, el empleo de adobes no es aconsejable en áreas con alta actividad sísmica, debido a su fragilidad y bajo rendimiento frente a los momentos y esfuerzos cortantes que se producen a lo largo de estos fenómenos naturales.

Gómez y Almonacid (2024) en su tesis *adición de FBCA como propuesta para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe y sistema de drizas para mejorar la respuesta sísmica de las viviendas en concepción, Junín*, Afirman que la adición de FBCA mejora las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión y la flexión, superando los valores mínimos de la Norma E.080, además de que los porcentajes de incorporación con mejores resultados son de 3%, 5% y 7%, siendo el más óptimo del de 3% con una resistencia a la compresión de pilas de 62.33 Kg/cm² y una resistencia individual de 19.30 Kg/cm²; puesto que, al incorporar más cantidad, se reduce la resistencia; además, de acuerdo al análisis simulado en el software Etabs, se concluye que esta incorporación otorga una mayor vida útil, siendo también más permeable; por otro lado, también se determina que el uso de fibras naturales beneficia mucho más que el uso de fibras sintéticas, siendo también más rentable y sostenible.

Díaz y Valera (2023) en su investigación *conducta mecánica de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras naturales y sintéticas en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%, Cajamarca 2023*, utilizaron el corte manual con la fibras de caña de azúcar para adquirir mayor uniformidad, puesto que al someterlas a la trituradora se obtuvo variaciones de longitud y diámetro; al someter las muestras a la prueba de resistencia a la compresión, consiguió una variación de -12.82%, -55.06% y -62.78% respectivamente, en comparación al ladrillo convencional; además, los porcentajes de variación del módulo de Young para los porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%, fueron de -11.65%, 14.66% y -55.37% en comparación al ladrillo convencional, concluyendo que cuanto más aumente el porcentaje de

incorporación de FBCA, mayor será la disminución de la resistencia a la compresión.

Herrera y Núñez (2021) en su tesis *influencia de la fibra de caña de azúcar, en el incremento de la resistencia a la compresión del adobe, San Ignacio 2021*, Indicaron que utilizaron fibras de caña con una longitud promedio de 1" y 2" para facilitar el mezclado, incorporando FBCA en cantidades del 5.88% y 11.76%. El adobe resultante de la adición de esta fibra mostró un aumento significativo en su resistencia, alcanzando 31.00 Kg/cm² con una incorporación del 5.88% y 44.00 Kg/cm² con una incorporación del 11.76%, comparado con un adobe sin incorporación de fibra que logró resistencia de 16.00 Kg/cm². Entonces concluyen que, a mayor incorporación de FBCA, resistencia alta a la compresión. Además, esto permite una mejor trabajabilidad y mezclado, siendo una alternativa económica en comparación con la elaboración de adobes con paja de arroz.

Bendezú (2019) en su investigación *aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar en ladrillos ecológicos en el distrito de Puente Piedra, Lima – 2019*, indica que utilizaron las proporciones de integración de FBCA al 5%, 10% y 15%, cumpliendo con los parámetros de la norma E.070 en cuanto a variación dimensional, alabeo y absorción. En pruebas de resistencia a la compresión, las muestras con 5%, 10% y 15% de adición de fibra alcanzaron valores de 46.12 Kg/cm², 51.04 Kg/cm² y 42.16 Kg/cm², correspondientemente. De esto se concluye que los ladrillos con un 10% de adición de FBCA poseen propiedades mecánicas óptimas según la norma E.070, aunque se clasifican como ladrillos de tipo I no estructural. Además, estas unidades de albañilería ecológica representan una alternativa económica, ya que su tarifa de fabricación es inferior al de un ladrillo convencional.

El ladrillo, tiene mucha antigüedad en el mundo de la construcción, tiene sus raíces en los albores de la civilización. El ladrillo de adobe fue creado aproximadamente entre el 10000 y el 8000 a. C., mientras que la técnica de moldeado se perfeccionó en Mesopotamia alrededor del año 5000 a. C. El evento más significativo fue la creación del ladrillo cocido alrededor del año 3500 a. C., lo cual posibilitó la edificación de construcciones duraderas en áreas previamente

inhóspitas para ello. La cocción transformó el ladrillo en un material tan resistente como la piedra, pero con la ventaja adicional de ser más maleable, permitiendo la creación ilimitada de diseños ornamentales. Los antiguos romanos utilizaron ladrillos para la construcción de muchos de sus grandes edificios, y Bizancio mejoró la técnica de fabricación de estos ladrillos romanos. En Asia, China innovó en técnicas para aumentar la resistencia y durabilidad del ladrillo. Por su parte, el islam propagó estos métodos de producción y colocación a través de regiones como el norte de África y Asia Central. El monaquismo cristiano se extendió por Europa, mientras que el budismo lo difundió por India, Birmania y Tailandia. Este libro ofrece una completa introducción al mundo del ladrillo y las construcciones que se han realizado con este material, dirigida tanto a especialistas como al público general. (Campbell y Pryce, 2016)

Del mismo modo que existen diversas composiciones de ladrillos, también hay una amplia variedad de tipos. Cada uno tiene sus propias funciones específicas y se emplea según las necesidades de la construcción. El ladrillo macizo es el más antiguo y consiste en un bloque sólido sin ninguna cavidad. En contraste, el ladrillo hueco contiene agujeros dispuestos a lo largo de su estructura. El ladrillo perforado, aunque a veces se clasifica junto con los huecos, se distingue de estos porque sus agujeros están dispuestos verticalmente en la estructura. Un ladrillo caravista es ampliamente visible en la arquitectura urbana, común en edificios por su resistencia duradera y su estética natural gracias a sus cantos finos y lisos, prescindiendo así de recubrimientos adicionales. (Victoria, 2024)

Sugarcrete (Ladrillo de FBCA), es un tipo de ladrillo fabricado con bagazo y aglutinantes minerales, notablemente más liviano que el ladrillo convencional y con una huella de carbono solo del 15-20% en comparación con este último. Si se utilizara un 30% de la producción global de bagazo, Sugarcrete podría potencialmente reemplazar por completo a la producción habitual del ladrillo, lo que significaría un ahorro de 1.08 mil millones de Tn de CO₂, Licona equivalente a 3% de la producción global. La caña de azúcar, que es la fuente principal del bagazo, crece rápidamente y es hasta 50 veces más eficaz que la silvicultura en la conversión de CO₂ en biomasa, lo que la vuelve un recurso crucial para lograr emisiones netas cero. Asimismo, Sugarcrete posee buenas propiedades

estructurales, capacidad de aislamiento y resistencia al fuego, es fácil de manejar incluso para quienes carecen de experiencia previa, y tiene una cadena de abastecimiento simple gracias a su estructura elemental. (Souza, 2024)

II.- METODOLOGÍA

a) Tipo, enfoque y diseño de investigación

Tipo:

La investigación es de tipo aplicado, debido a que implica la realización de estudios únicos con el fin de generar nuevos conocimientos enfocados principalmente en lograr objetivos o propósitos prácticos específicos. Se lleva a cabo con el propósito de explorar las potenciales aplicaciones de los hallazgos de investigación fundamental, o para desarrollar nuevos enfoques o métodos para alcanzar metas específicas establecidas, lo que implica un esfuerzo por resolver problemas particulares. (Frascati, 2015)

La investigación aplicada se enfoca en resolver problemas de manera rápida, orientada hacia la aplicación inmediata mediante acciones concretas para abordar los desafíos específicos. Por lo tanto, se enfoca en tomar medidas inmediatas en lugar de desarrollar la teoría y sus resultados, a través de actividades concretas para abordar el problema. (Chávez, 2009)

La investigación de tipo aplicada la investigación aplicada se centra en resolver problemas identificados en un campo específico del conocimiento con objetivos prácticos. Se relaciona con la aparición de necesidades específicas o desafíos concretos, así como con el interés del investigador en encontrar soluciones para ellos. (Hernández y Cols, 2006)

Enfoque:

El enfoque de la investigación es cuantitativo, dado que intenta explicar los fenómenos identificando patrones y regularidades en ellos, es decir, busca encontrar leyes generales que describen el comportamiento social. Para este

propósito, la ciencia debe utilizar únicamente la observación directa, la verificación y la experiencia. El conocimiento tiene que ser basado en análisis con hechos reales, describiéndolos de manera neutral, objetiva y lo más detallada posible. (Monje, 2011)

El enfoque cuantitativo, implica utilizar datos recolectados para comprobar la hipótesis a través de mediciones numéricas y análisis estadístico, con la finalidad de poder identificar su comportamiento. (Hernández, 2003)

Los enfoques de investigación se relacionan con posturas específicas hacia la actividad científica, las cuales derivan de concepciones y modelos más generales sobre la ciencia conocidos como paradigmas científicos. (Mata, 2019)

Diseño:

El diseño del estudio es cuasi experimental, debido a la selección de grupos para observar una variable específica, sin emplear selección aleatoria ni un proceso de preselección. (Shuttleworth, 2008)

El diseño cuasi experimental es un tipo de experimento que incluye una intervención específica, la medición de resultados y al menos dos unidades experimentales (un grupo de intervención y de control), pero no utiliza la aleatoriedad para establecer las condiciones necesarias para inferir causalidad. (Cook, Campbell y otros, 1979)

El diseño del estudio es cuasi experimental, ya que el investigador tiene control sobre las técnicas para obtener datos, pero no sobre la planificación de los procedimientos, es decir, no decide quién ni cuándo se realizarán. (Navarro, 2009)

b) Variables/Categorías:

Variable cuantitativa 1:

Fibra de bagazo de caña de azúcar, no proveniente de la madera utilizada en la fabricación de papel que han sido dañadas por las máquinas del ingenio azucarero. Estas fibras tienen un tamaño medio dentro del rango de las latifoliadas, pero son más cortas que las de las coníferas. Esto hace que el material tenga poca resistencia y escasa capacidad de drenaje durante la elaboración de papel. Este grupo de restricciones se aborda utilizando la técnica de añadir fibra larga de coníferas a diferentes pastas en la fabricación de papel. El objetivo del estudio fue analizar el posible uso de la pulpa de sacos kraft como refuerzo en pulpas derivadas del bagazo tratadas con sosa. Se gestionaron sacos kraft utilizando métodos tradicionales de reciclaje y, posteriormente, se combinaron con pulpa de bagazo. Se emplearon técnicas de la industria de la papel y pulpa para examinar las características físicas de las pulpas derivadas del bagazo de caña y de los sacos de kraft. Se encontró que la proporción de fibras más largas en la pulpa de sacos de kraft era un 55% mayor que en la pulpa de bagazo tratada con sosa. Los análisis mostraron que la resistencia mecánica y las propiedades de drenaje de la pulpa obtenida fueron superiores a las de la pulpa de bagazo convencional. (Aguilar, 2016)

Variable cuantitativa 2:

Resistencia a la compresión del ladrillo, Es la carga de falla de rotura dividida entre el área de contacto de los mismos. Dicho indicador se expresa para determinar el grado del ladrillo conforme a lo detallado en la norma ASTM C 62. (Soto y Sánchez, 2017).

c) Población y muestra:

Población

El conjunto completo de elementos que forman el entorno de interés analítico y sobre el cual queremos inferir las conclusiones de nuestro análisis, conclusiones teórica o sustantiva y de naturaleza estadística. Se refiere principalmente al grupo específico de unidades del cual se selecciona la muestra, en el caso del universo finito o población marco, y al conjunto

teórico de población al que pueden extrapolarse los resultados, en el caso del universo hipotético o población objetivo. (López-Roldán y Fachelli, 2015)

La presente investigación tiene como universo a estudiar a los ladrillos con adición de FBCA, en las cantidades propuestos (5%, 7% y 10%); en esta investigación la población es de: 30 muestras de ladrillos con incorporación de fibra de bagazo de caña (10 con adición al 5%, 10 con adición al 7% y 10 con adición al 10%).

Muestra

Se trata de un grupo seleccionado al azar de unidades significativas pertenecientes a un conjunto más amplio llamado universo o población. Este grupo es objeto de estudio científico con la finalidad de tener resultados representativos y válidos para el universo total analizado, utilizando parámetros de error y niveles de confianza adecuados en cada caso. (López-Roldán y Fachelli, 2015)

En esta investigación, la muestra esta realizada por la cantidad de 30 ladrillos con adición de fibra de bagazo de caña, 10 ladrillos con adición al 5%, 10 ladrillos con adición al 7% y 10 ladrillos con adición al 10%.

Tabla 1
Distribución del realizada

ENSAYOS		MUESTRAS			TOTAL
		5%	7%	10%	
PRUEBA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL Y ALABEO	ENSAYO A COMPRESIÓN	5	5	5	15
	ENSAYO DE ABSORCIÓN	5	5	5	15
					30 LADRILLOS

Nota. Esta tabla muestra la distribución del muestreo de acuerdo a los ensayos a realizar.

Unidad de análisis:

Mi unidad de análisis es el ladrillo de FBCA.

d) Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La presente investigación al tener un enfoque cuantitativo, realizará la técnica de la observación, la cual consiste en observar el desarrollo del estudio que se desea analizar. (Lifeder, 2021)

El principal instrumento de recopilación de datos que se usará la guía sw observación, ya que buscamos obtener datos cuantitativos acerca de las dimensiones, diseño de mezcla y resistencia a la compresión de los ladrillos con adición de FBCA.

e) Procedimientos.

Primero, se hará la recolección de FBCA, posteriormente se secará el material para eliminar cualquier rastro de humedad, y se cortarán las fibras en longitudes promedios de 2 pulgadas, para que así pueda mezclarse con la arena y cemento de acuerdo a las proporciones del diseño de mezcla propuesto para cada porcentaje de incorporación (5%, 7% y 10%) y se realizará la fabricación de las unidades; tan pronto se cuente con las muestras de ladrillos secos, se procederá con los ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción de agua, y por último el de resistencia a la compresión, de acuerdo con procedimientos determinados en la Norma E.070 del RNE; ya con los resultados obtenidos, finalmente podremos evaluar e identificar la proporción más óptima para la incorporación de FBCA.

f) Método de análisis de datos.

En esta investigación la metodología de análisis de datos empleado es el prospectivo, puesto que se utiliza la observación directa para tomar los datos, visualizando cada ensayo realizado en las instalaciones de

laboratorio, y tomando apuntes acerca de los resultados obtenidos, para poder corroborarlos con nuestra hipótesis planteada. Para ordenar lo analizado, emplearán hojas de cálculo y cuadros comparativos, para llegar a un resultado final y así obtener una conclusión acerca de la adición de FBCA a la fabricación de ladrillos.

g) Aspectos éticos.

La presente investigación se ha basado en documentos de carácter normativos, donde se tiene la finalidad de proteger el bienestar del ser humano, teniendo en cuenta la dignidad humana, ya que siempre debe estar por encima de los intereses de la ciencia, así como mitigar cualquier impacto ambiental, así mismo, se respeta el derecho del conocimiento intelectual, ya que en todo momento se ha evitado el plagio, manteniendo el rigor científico, analizando minuciosamente cada resultado obtenido.

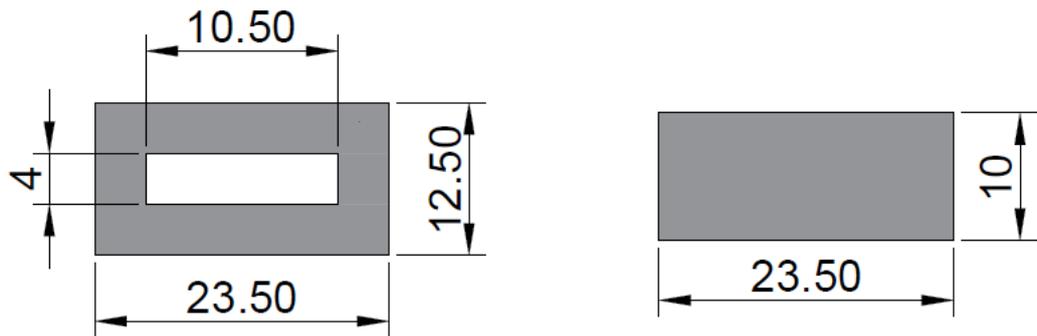
Se dará consentimiento por escrito para la publicación de la presente investigación, y para evitar cualquier tipo de plagio, se está citando cada fuente de información utilizada, de acuerdo al reglamento de la universidad y el manual Iso, aparte, la universidad facilita el uso del programa Turnitin que permite identificar las coincidencias con las distintas fuentes de consulta, todo ello bajo la dirección de un docente investigador principal, proporcionado por la universidad.

Cualquier tipo de información falsa utilizada es una mala conducta científica de acuerdo a la Consytec y al reglamento de la universidad, para ello, nuestro docente tiene el deber de guiarnos y supervisarnos durante el proceso de formación, manteniendo siempre las buenas prácticas como son la recolección de datos y los resultados objetivos de la investigación, sin influencia de intereses personales; así también se debe mantener los buenos principios de integridad científica para dirigir y ampliar los resultados.

III.- RESULTADOS

El diseño de ladrillo con adición de FBCA como alternativa positiva para la construcción es:

Figura 1
Dimensiones del ladrillo con adición de FBCA.



Nota. En la precedente figura, se visualiza las dimensiones propuestas por los autores de los ladrillos para el diseño con adición de FBCA.

En la figura 1, observamos que las dimensiones del ladrillo con adición de FBCA según diseño propuesto son: 23.50 cm de largo por 12.50 cm de ancho por 10.00 cm de alto, con un espacio vacío en el centro con medidas de 10.50 cm de largo por 4.00 cm de ancho por 10.00 cm de alto, que representa el 14.30% por ciento del volumen del ladrillo; a partir de dichas dimensiones se trabajó con las proporciones de mezcla de 5% adición, 7% de adición y 10% de incorporando de FBCA, para los ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión.

Tabla 2
Dosificación de los materiales

% ADICIÓN	5%	7%	10%	UND
MATERIALES				
CEMENTO	7.87	7.87	7.87	BOL
ARENA FINA	0.55	0.55	0.55	M3
FBCA	0.04	0.06	0.09	M3
AGUA	0.13	0.13	0.13	M3

Nota. En la tabla se muestra las dosificaciones propuestas para cada porcentaje incorporado de FBCA al 5%, 7% y 10%.

En la tabla 2 se observa las dosificaciones propuestas para los ladrillos con adición de FBCA, el que adiciona 5% emplea 7.87 bolsas de cemento, 0.55 metros cúbicos de arena, 0.04 metros cúbicos de FBCA y 0.13 metros cúbicos de agua por metro cúbico de mezcla; ; el que adiciona 7% emplea 7.87 bolsas de cemento, 0.55 metros cúbicos de arena, 0.06 metros cúbicos de FBCA y 0.13 metros cúbicos de agua por metro cúbico de mezcla; y el que adiciona 10% emplea 7.87 bolsas de cemento, 0.55 metros cúbicos de arena, 0.09 metros cúbicos de FBCA y 0.13 metros cúbicos de agua por metro cúbico de mezcla; para facilitar el trabajo, se trabajó con un balde de volumen 0.0054m^3 , para trabajar las dosificaciones por cada muestra.

Tabla 3
Ensayo de Variación Dimensional

	VARIACIÓN DIMENSIONAL								
	ADICIÓN AL 5%			ADICIÓN AL 7%			ADICIÓN AL 10%		
	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO
L1	23.70	12.50	10.00	23.50	12.50	10.00	23.60	12.50	9.80
L2	23.60	12.50	10.00	23.50	12.50	10.00	23.60	12.40	9.70
L3	23.50	12.80	10.00	23.50	12.50	9.90	23.60	12.60	9.80
L4	23.40	12.10	10.00	23.50	12.50	9.80	23.60	12.50	9.90
L5	23.30	12.40	10.00	23.50	12.50	9.90	23.60	12.50	10.00
PROMEDIO	23.50	12.46	10.00	23.50	12.50	9.92	23.60	12.50	9.84
VD %	0.00%	-0.32%	0.00%	0.00%	0.00%	- 0.80%	0.43%	0.00%	- 1.60%

Nota. En esta tabla encontraremos los resultados en porcentaje de variación dimensional de los ladrillos con adición de FBCA por cada porcentaje de incorporación empleado.

En la tabla 3 se muestra un mínimo porcentaje de variación dimensional en cuanto a las medidas de los ladrillos con incorporación donde la adición al 5% obtuvo una variación de 0% en el largo, -0.32% en el ancho y 0% en el alto; la adición al 7% obtuvo una variación de 0% en el largo, 0% en el ancho y -0.80% en el alto; y la adición al 10% obtuvo una variación de 0.43% en el largo, 0% en el ancho y -1.60% en el alto; donde cada uno cumple dentro de la referencia en la norma E.070 del RNE.

Tabla 4
Ensayo de alabeo

	ALABEO (mm)					
	ADICIÓN AL 5%		ADICIÓN AL 7%		ADICIÓN AL 10%	
	SUPER.	INFER.	SUPER.	INFER.	SUPER.	INFER.
L1	2.00	1.00	0.00	-0.50	0.50	-0.50
L2	1.00	-1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
L3	0.50	-0.50	0.00	0.00	1.00	0.00
L4	1.00	0.00	0.00	-1.00	0.50	0.50
L5	0.00	-0.50	0.00	0.50	0.00	0.10
PROMEDIO	0.90	0.60	0.00	0.60	0.60	0.40

Nota. En dicha tabla observamos el promedio de alabeo superior e inferior para cada porcentaje de adición de FBCA al 5%, 7% y 10%.

En la tabla 4 se muestra valores mínimos de alabeo en cuanto a las medidas de los lados superiores e inferiores de ladrillos y adición de FBCA, donde las muestras con adición al 5% obtuvieron un alabeo promedio superior de 0.90 mm y un alabeo promedio inferior de 0.60 mm; las muestras con adición al 7% obtuvieron un alabeo promedio superior de 0 mm y un alabeo promedio inferior de 0.60 mm; y las muestras con adición al 10% obtuvieron un alabeo promedio superior de 0.60 mm y un alabeo promedio inferior de 0.40 mm; donde cada uno cumple y se encuentra bajo el valor máximo de acuerdo a normas establecidas por la norma E.070 del RNE.

Tabla 5
Ensayo de absorción

	ABSORCIÓN								
	ADICIÓN AL 5%			ADICIÓN AL 7%			ADICIÓN AL 10%		
	P. SECO	P. HUM	HUMED.	P. SECO	P. HUM	HUMED.	P. SECO	P. HUM	HUMED.
L1	4.275	4.530	0.255	4.215	4.485	0.270	4.250	4.545	0.295
L2	4.310	4.505	0.195	4.220	4.490	0.270	4.225	4.575	0.350
L3	4.350	4.535	0.185	4.025	4.345	0.320	4.250	4.620	0.370
L4	4.300	4.500	0.200	4.250	4.350	0.100	4.200	4.590	0.390
L5	4.320	4.525	0.205	4.125	4.450	0.325	4.225	4.585	0.360
HUMEDAD (KG)	0.21			0.26			0.35		
HUMEDAD %	4.82%			6.17%			8.35%		

Nota. En dicha tabla observamos resultados del ensayo de absorción por cada porcentaje de adición de FBCA al 5%, 7% y 10%, después de ser sumergidas en agua por 24 horas.

En la tabla número 5 se observa los valores de porcentaje de absorción de los ladrillos con adición de FBCA donde: en las muestras con 5% de adición, se obtuvo un porcentaje promedio de absorción de 4.82%; en las muestras con 7% de adición, se llegó a obtener un porcentaje promedio de absorción de 6.17%; y en las muestras con 10% de adición, se alcanzó un porcentaje promedio de absorción de 8.35%, dándonos a entender que mientras más aumente la adición de FBCA, mayor será el porcentaje de absorción; sin embargo, todas las muestras se encuentran bajo el valor máximo de absorción de acuerdo a los parámetros establecidos por la Norma E.070 del RNE.

Tabla 6*Ensayo de resistencia a la compresión.*

LADRILLO CON ADICIÓN DE 5 % DE FBCA										
Código de Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Vacío del ladrillo (cm²)	Área bruta (cm²)	Carga (Kg)	f'b (Kg/cm²)	Promedio f'b	Promedio Mpa	Resistencia mínima requerida Mpa	Observaciones
ADICIÓN 5%	23.5	12.5	42.0	251.8	14188.0	56.4	58.5	5.7	4.9	CUMPLE
ADICIÓN 5%	23.5	12.5	42.0	251.8	18402.0	73.1				
ADICIÓN 5%	23.5	12.5	42.0	251.8	11875.0	47.2				
ADICIÓN 5%	23.5	12.5	42.0	251.8	13748.0	54.6				
ADICIÓN 5%	23.5	12.5	42.0	251.8	15466.0	61.4				
LADRILLO CON ADICIÓN DE 7 % DE FBCA										
Código de Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Vacío del ladrillo (cm²)	Área bruta (cm²)	Carga (Kg)	f'b (Kg/cm²)	Promedio f'b	Promedio Mpa	Resistencia mínima requerida Mpa	Observaciones
ADICIÓN 7%	23.5	12.5	42.0	251.8	122278.0	48.8	44.3	4.3	4.9	NO CUMPLE
ADICIÓN 7%	23.5	12.5	42.0	251.8	8459.0	33.6				
ADICIÓN 7%	23.5	12.5	42.0	251.8	13186.0	52.4				
ADICIÓN 7%	23.5	12.5	42.0	251.8	11457.0	45.5				
ADICIÓN 7%	23.5	12.5	42.0	251.8	10362.0	41.2				
LADRILLO CON ADICIÓN DE 10 % DE FBCA										
Código de Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Vacío del ladrillo (cm²)	Área bruta (cm²)	Carga (Kg)	f'b (Kg/cm²)	Promedio f'b	Promedio Mpa	Resistencia mínima requerida Mpa	Observaciones
ADICIÓN 10%	23.5	12.5	42.0	251.8	23223.0	92.2	77.7	7.6	4.9	CUMPLE
ADICIÓN 10%	23.5	12.5	42.0	251.8	16476.0	65.4				
ADICIÓN 10%	23.5	12.5	42.0	251.8	20299.0	80.6				
ADICIÓN 10%	23.5	12.5	42.0	251.8	18555.0	73.7				
ADICIÓN 10%	23.5	12.5	42.0	251.8	19214.0	76.3				

Nota. En dicha tabla los resultados de resistencia a la compresión de las muestras por porcentaje de incorporación de FBCA al 5%,7% y 10%.

En la tabla número 6 se observan resultados de los estudios de resistencia a la compresión que se realizaron a las muestras de ladrillos con adición de FBCA, donde el resultado promedio para el diseño de incorporación al 5% fue de 5.7 Mpa superando la resistencia mínima requerida de 4.9 Mpa, cumpliendo con la Norma E.070 del RNE; el resultado promedio para el diseño de incorporación al 7% fue de 4.3 Mpa, lo que es menor a la resistencia mínima requerida de 4.9 Mpa, entonces entendemos que no cumple con la Norma E.070 del RNE; y el resultado promedio para el diseño de incorporación al 10% fue de 7.8 Mpa, superando a la resistencia mínima requerida de 4.9 Mpa, por lo que cumple con la Norma E.070 del RNE; además, de acuerdo a los resultados, el ladrillo con 5% de adición de FBCA cumple las condiciones para pertenecer a la clasificación de ladrillo estructural de tipo I, el ladrillo con 10% de incorporación de FBCA cumple las condiciones para pertenecer a la clasificación de ladrillo estructural de tipo II, sin embargo, el ladrillo con 7% de adición de FBCA no cumple las condiciones para ser una unidad de albañilería.

IV.- DISCUSIÓN

D1. De acuerdo con la tabla 2, para los ladrillos con adición de FBCA se utilizaron las proporciones: con adición al 5% emplea 7.87 bolsas de cemento, 0.55 metros cúbicos de arena, 0.04 metros cúbicos de FBCA y 0.13 metros cúbicos de agua por metro cúbico de mezcla; con adición al 7% emplea 7.87 bolsas de cemento, 0.55 metros cúbicos de arena, 0.06 metros cúbicos de FBCA y 0.13 metros cúbicos de agua por metro cúbico de mezcla; y con adición al 10% emplea 7.87 bolsas de cemento, 0.55 metros cúbicos de arena, 0.09 metros cúbicos de FBCA y 0.13 metros cúbicos de agua por metro cúbico de mezcla.

Por otro lado, Bermúdez, Cifuentes y Daza (2021) utilizaron un diseño de ladrillo de arcilla con incorporación de fibra de bagazo de caña al 7.58%, empleando 90.19 g de FBCA, 200 g de aditivo de cemento, 200 g de aditivo de cal, 400g de arena y 300 ml de agua; un segundo diseño de ladrillo de arcilla con incorporación de fibra de bagazo de caña al 10.93%, empleando 110.4576 g de FBCA, 150 g de aditivo de cemento, 150 g de aditivo de cal, 300g de arena y 300 ml de agua; y un tercer diseño de ladrillo de arcilla con adición de fibra de bagazo de caña al 18.30%, empleando 190.3406 g de FBCA, 150 g de aditivo de cemento, 150 g de aditivo de cal, 200g de arena y 300 ml de agua.

Así mismo, Robles (2022) coincide con los porcentajes empleados, sin embargo, lo utilizó en adobes donde trabajó con 0% de adición, 1 % de adición (2 gramos de FBCA y 198 gramos de tierra); 5% (10 gramos de FBCA y 190 gramos de tierra); 7% (14 gramos de FBCA y 186 gramos de tierra); y 10% (20 gramos de FBCA y 180 gramos de tierra), todos trabajando con 150 gramos de agua.

D2. De acuerdo con la tabla número 6, los óptimos resultados se encuentran con la adición al 5% con una resistencia de 5.8 Mpa superando la resistencia mínima requerida de 4.9 Mpa, cumpliendo con parámetros establecidos en la Norma E.070 del RNE; y con la adición al 10% con una resistencia de 7.8 Mpa, superando significativamente a la resistencia mínima requerida de 4.9 Mpa, por lo que cumple con parámetros establecidos por la Norma E.070 del RNE; sin embargo, están por encima de la mínima resistencia y se encuentran en la media (Ladrillo tipo I y tipo II respectivamente), no presentan un aumento en la resistencia considerable, mismo resultado que obtuvieron Bermúdez, Cifuentes y Daza (2021) donde su diseño obtuvo resultados dentro de los parámetros normados, mas no, se registró un aumento que marque diferencia con las unidades convencionales; Diaz y Vera (2023), concluyeron que su diseño causó que al aumentar el contenido de FBCA, la resistencia disminuye, lo que nos indica que la dosificación empleada no fue la adecuada. Ante ello, Robles (2022), Herrera y Núñez (2021) indican que obtuvieron mejores resultados, donde sus muestras y diseños dieron valores por encima de los parámetros máximos, puesto que ellos utilizaron otra dosificación, agregados y método de fabricación que ayudaron a mejorar las propiedades de sus muestras.

Así mismo, inferimos que para nuestra investigación el diseño al 10% es el más óptimo, en cuanto a propiedades mecánicas con 79.40 Kg/cm² en resistencia a la compresión, coincidiendo con Bendezú (2019), sin embargos este utilizó cenizas en lugar de fibras, con una su resistencia máxima con un valor de 51.04 Kg/cm². Ante ello, Gómez y Almonacid (2024) indican que para ellos los mejores resultados se encontraron con el 3% de incorporación de FBCA con una resistencia a la compresión de 62.33 Kg/cm², lo que nos demuestra que su diseño es más eficiente ya que en su caso la mejora fue hasta de un 60%.

D3. De acuerdo con la tabla 5, el diseño del ladrillo nos entrega un producto que por su peso reduce la trabajabilidad y rendimiento al momento de su colocación, en comparación con los ladrillos convencionales; por otro lado, Herrera y Núñez (2021), obtuvieron un producto que es más trabajable y es fácil de colocar, lo que beneficia al rendimiento, así mismo Bermúdez, Cifuentes y Daza (2021) también lograron mejorar dichas características con su diseño, debido a que su producto fue de baja densidad y que por su bajo peso, facilita su colocación y aumenta el rendimiento.

Por otra parte, así como se muestra en la tabla 2, el diseño busca reducir el uso de otros agregados pétreos, y de ese modo reducir el impacto ambiental que se genera con la sobreexplotación de canteras, así como Bermúdez, Cifuentes y Daza (2021), que en su investigación presentaron un diseño ecológico y sostenible, que a su vez mejora la producción de dichas unidades, promoviendo el reciclaje de fibras naturales, y de un método que reduce las emisiones de CO₂; al igual que los diseños de Gómez y Almonacid (2024) con un bajo costo frente al mercado, debido a que las materias a utilizar se encuentran en gran cantidad; también Robles (2022) indica que el producto final obtenido, tiene un bajo costo de producción además de contar con características que mejoran la trabajabilidad y rendimiento, así como también representa una alternativa sostenible que reduce el impacto ambiental y sobreexplotación de canteras pétreas.

V.- CONCLUSIONES

Como respuesta al objetivo general, presentamos nuestro diseño de ladrillo con FBCA como una alternativa positiva para la construcción. Los resultados de nuestros ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma E.070 del RNE, utilizando fibras de bagazo de caña de azúcar como reemplazo parcial de los agregados pétreos en la mezcla de la unidad de albañilería.

En respuesta al objetivo específico número 1, se determinó las dimensiones del ladrillo propuesto que son 23.50 cm de largo por 12.50 cm de ancho por 10.00 cm de alto, con un espacio vacío en el centro con medidas de 10.50 cm de largo por 4.00 cm de ancho por 10.00 cm de alto, que representa el 14.30% por ciento del volumen del ladrillo.

En respuesta al objetivo específico número 2, se propuso un diseño de mezcla con adición del 5%, utilizando 7.87 bolsas de cemento, 0.55 metros cúbicos de arena, 0.04 metros cúbicos de FBCA y 0.13 metros cúbicos de agua por metro cúbico de mezcla. También se planteó un diseño con adición del 7%, que incluye 7.87 bolsas de cemento, 0.55 metros cúbicos de arena, 0.06 metros cúbicos de FBCA y 0.13 metros cúbicos de agua por metro cúbico de mezcla. Finalmente, se propuso un diseño con adición del 10%, que emplea 7.87 bolsas de cemento, 0.55 metros cúbicos de arena, 0.09 metros cúbicos de FBCA y 0.13 metros cúbicos de agua por metro cúbico de mezcla.

En respuesta al objetivo específico número 3, se encontró que el diseño de incorporación al 5% resultó en un promedio de 5.7 Mpa, superando la resistencia mínima requerida de 4.9 Mpa y cumpliendo con los parámetros de la Norma E.070 del RNE. Por otro lado, el diseño de incorporación al 7% presentó un promedio de 4.3 Mpa, inferior a la resistencia mínima requerida de 4.9 Mpa, y no cumplió con los parámetros de la misma norma. En cuanto al diseño de incorporación al 10%, se obtuvo un promedio de 7.8 Mpa, superando la resistencia mínima requerida de 4.9 Mpa, cumpliendo así con los parámetros de la Norma E.070 del RNE. Además, según los resultados, el ladrillo con un 5% de adición de FBCA cumple con las condiciones para ser clasificado como ladrillo estructural de tipo I, mientras que el

ladrillo con un 10% de adición cumple con las condiciones para ser clasificado como ladrillo estructural de tipo II. Sin embargo, el ladrillo con un 7% de adición de FBCA no cumple con las condiciones para ser considerado una unidad de albañilería.

VI.- RECOMENDACIONES

R1. Se recomienda que para futuras investigaciones se utilice una fibra mejor tratada, o en su caso triturada, para que actúe mejor con la mezcla.

R2. Se recomienda mejorar el diseño de mezcla y proceso de fabricación del ladrillo para mejorar significativamente sus propiedades mecánicas.

R3. Se recomienda para futuras investigaciones emplear distintos agregados, diferentes al cemento para hallar un diseño de mezcla ligero y con mejor resistencia.

R4. Se recomienda investigar o realizar pruebas de laboratorio para conocer las características químicas de la FBCA para evitar que su composición reaccione y disminuya los resultados deseados.

REFERENCIAS

- LLANOS MARIN, Royer David; MEDRANO SANCHEZ, Gessler Lyndon. Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo artesanal con agregado natural que contiene partículas de hierro, 2022. 2022.
- SHAQOUR, Eman N.; ABO ALELA, Aimen H.; RSHEED, Aiman A. Improved fired clay brick compressive strength by recycling wastes of blacksmiths' workshops. *Journal of Engineering and Applied Science*, 2021, vol. 68, p. 1-14.
- BERMÚDEZ ROJAS, José Alfredo; CIFUENTES BAQUERO, Miguel Felipe; DAZA GÓMEZ, María José. Prototipo de ladrillo a partir de fibra vegetal de cáñamo, como una alternativa sostenible a los ladrillos de arcilla tradicional, usados en la construcción de edificios de uso residencial en la ciudad de Bogotá. 2021.
- Robles, Adolfo. Elaboración de Bloques de Adobe con Fibras de Bagazo de Caña y Agregado de Nopal para Mejorar la Resistencia a Compresión y Durabilidad. Tesis (Grado de Maestro en Arquitectura Sostenible y Gestión Urbana). Instituto Tecnológico de Colima, 2022.
- GOMEZ RUA, Anderson Dario; ALMONACID TORRES, Gonzalo Enrique. Propuesta de mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe empleando fibras de bagazo de caña de azúcar y sistema de drizas para mejorar la respuesta sísmica de las viviendas en Concepción, Junín.
- DIAZ ROSALES, Haruo Jose; VALERA VASQUEZ, Michael Jonathan. Comportamiento mecánico de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras naturales y sintéticas en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%. 2023.
- HERRERA VÁSQUEZ, Darbwin Yoel; NÚÑEZ FLORES, Charlie Lionel. Influencia de la fibra de caña de azúcar, en el incremento de la resistencia a la compresión del adobe, San Ignacio 2021. 2021.
- BENDEZÚ RUIZ, Maxs. Aplicación de ceniza de bagazo de la caña de azúcar en ladrillos ecológicos en el distrito de Puente Piedra, Lima–2019. 2019.
- CAMPBELL, James WP; PRYCE, Will. *Ladrillo: historia universal*. Art Blume, 2004.

- Souza, Eduardo. De los residuos agrícolas a las estructuras sostenibles: alternativas al hormigón fabricado con caña de azúcar. ArchDaily. Disponible en: <https://www.archdaily.pe/pe/1001508/de-los-residuos-agricolas-a-las-estructuras-sostenibles-al-hormigon-fabricado-con-cana-de-azucar>.
- CHÁVEZ, N. Introducción a la investigación Educativa/por Nilda Chávez Alizo. 1era edición, ISBN: 980-295-068-8. *Venezuela, Maracaibo: Gráfica González, SA, 2009.*
- OCDE. Manual de Frascati 2015. Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental. Medición de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación. 2018.
- HERNÁNDEZ, Roberto, et al. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill, 2014.
- Clarín. Bloques ecológicos de caña de azúcar. En: *Clarín* [en línea]. 05 julio 2023. Disponible en: https://www.clarin.com/arq/bloques-ecologicos-cana-azucar_0_65bxL6vwmW.html
- MONJE, Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. *Universidad Surcolombiana, 2011, vol. 217.*
- SAMPIERI HERNÁNDEZ, Roberto. Collado Fernández, Carlos y Lucio Baptista, pilar Metodología investigación McGraw-Hill Interamericana. *México, DF, 2003.*
- COOK, Thomas D.; CAMPBELL, Donald Thomas; DAY, Arles. *Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings*. Boston: Houghton Mifflin, 1979.
- MURPHY, Rachel (ed.). *Sugarcane: production systems, uses and economic importance*. Nova Publishers, 2017.
- LÓPEZ-ROLDÁN, Pedro; FACHELLI, Sandra. El diseño de la muestra. *Metodología de la investigación social cuantitativa, 2017.*

SOTO, Gabriela Sofía; SÁNCHEZ, Laura Patricia. Estudio comparativo de la resistencia a la compresión, absorción y dimensionamiento del ladrillo rafón producido en Quimistán, Chamelecón y Florida, Honduras. *Innovare: Revista de ciencia y tecnología*, 2017, vol. 6, no 1, p. 97-116.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 7

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: FBCA.	La fibra de bagazo de caña de azúcar es un residuo sólido producto de la pulverización del tallo del cañamo. (Aguilar, 2016)	La fibra de bagazo de caña de azúcar es el residuo del tallo que queda al extraer el jugo de cañamo.	Porcentaje de fibra de bagazo de caña de azúcar	Porcentaje 5%	Intervalo (Kg)
				Porcentaje 7%	
				Porcentaje 10%	
Variable dependiente: Resistencia a la Compresión	Es la carga de rotura dividida entre el área de contacto de los mismos. (Soto y Sánchez, 2017)	Es la carga que puede soportar un elemento sobre su área.	Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión con adición al 5%	Kg/cm ²
				Resistencia a la compresión con adición al 7%	
				Resistencia a la compresión con adición al 10%	

Matriz de operacionalización de variables

Nota. En la presente tabla se muestra la operacionalización de las variables en estudio del presente proyecto de investigación.

ANEXO 2: Instrumento de recolección de datos



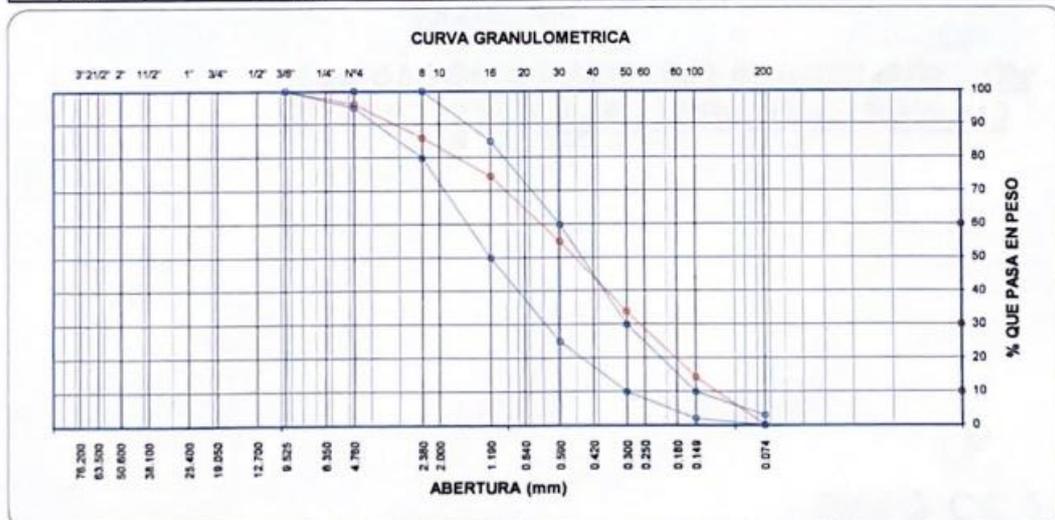
Solicitante : Journeth Marcela Collazos Velásquez
 Alex Rodríguez Cobos
Proyecto : ADICIÓN DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LADRILLOS,
 COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN, MOYOBAMBA 2024
Procedencia : Acopio Terrones
Cantera : Arena fina
Fecha : 20 de mayo del 2024

Análisis Mecánico por Tamizado ASTM D-422

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	: 691.0
Ss + Tara	: 657.3
Tara	: 84.60
Peso Agua	: 33.7
Peso Suelo Seco	: 572.7
Humedad(%)	: 5.88

Datos de Ensayo
 Peso de muestra humeda :
 Peso de muestra seca : 750.00 g
 Peso de muestra lavada : 749.25 g

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Índice de Consistencia
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						L. Líquido : --
2"	50.600						L. Plástico : --
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : --
1"	25.400						Clas. SUCS : --
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : --
1/2"	12.700						
3/8"	9.525					100	
No4	4.760	29.45	3.9	3.9	96.1	95 - 100	MODO DE FINEZA 2.405
8	2.380	75.95	10.1	14.1	85.9	80 - 100	
16	1.190	87.15	11.6	25.7	74.3	50 - 85	
30	0.590	145.90	19.5	45.1	54.9	25 - 60	
50	0.300	157.41	21.0	66.1	33.9	10 - 30	
100	0.149	146.49	19.5	85.6	14.4	2 - 10	
200	0.074	106.90	14.3	99.9	0.1	0 - 3	
pesa		0.8					



OBSERVACIONES :

Jorge Pezo Dávila
 Técnico Especialista en
 Suelos y Pavimentos

Carlos A. Arévalo Ayachi
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 179298

ADICIÓN DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LADRILLOS, COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN, MOYOBAMBA 2024

PEZO CC S.A.C

Suelos, Concreto y Asfalto

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LADRILLO -NTP 339.613



PEZO CC S.A.C
Suelos, Concreto y Asfalto

Pasaje Sargento Tejada Mz. 5190 Lt 36 A – Moyobamba - San Martín.
E-mail: pezoc1@gmail.com
Teléfono (51) 042 – 351013 Celular: (51) 925240091 - 992276779
Moyobamba – Perú.

1.0 INTRODUCCIÓN

Para determinar la resistencia característica a compresión de un muro de fábrica, es necesario conocer la resistencia característica de la pieza y del mortero.

Los ladrillos deben cumplir las condiciones especificadas en la norma UNE 67019 y los bloques cerámicos aligerados (Termoarcilla) a la UNE 136010, hasta la entrada en vigor de la norma armonizada EN 771-1. La resistencia a compresión se determinará según lo especificado en la norma UNE-EN 772-1. La resistencia a compresión mínima admisible de los ladrillos macizos y perforados verticalmente será de 100 kg/cm² y la de los ladrillos huecos que se utilicen en fábricas resistentes de 50 kg/cm².

Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial. Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

1.02 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Delimitar la resistencia del ladrillo industrial, los cuales se encuentren dentro de los parámetros establecidos en la norma E 070, de igual forma la resistencia a la compresión establecida en la norma NTP 339.613

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Calcular el grado de compresión mínima admisible de los bloques de concreto.
- Determinar si los ladrillos son óptimos para la construcción de muros.

1.03 NORMA E 0.70

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.

Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.

Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

Jorge Pezo Davila
Técnico Especialista
Suelos y Pavimentos

Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

Para los ensayos a la compresión de cilindros de concreto fueron remitidos para su ejecución al laboratorio de ensayo de materiales de la empresa Consultora "PEZO CONSULTORES Y CONSTRUCTORES S.A.C" de la ciudad de Moyobamba, recepcionadas las muestras se procedió a la identificación e inscripción de las mismas,

PRUEBAS

a) Muestreo. - El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

b) Resistencia a la Compresión. - Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería

c) Variación Dimensional. - Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD

a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.

b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.

d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.

f) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

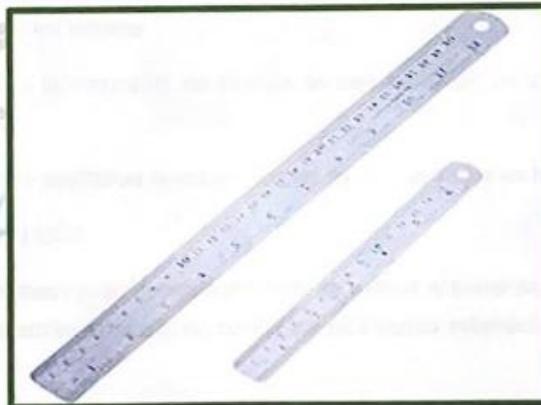
g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

MATERIALES

BLOQUES DE LADRILLOS DE CONCRETO "BLOQUE P"



REGLA



PRENSA ELECTRO-HIDRÁULICA



Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos

Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP, N° 179298



PROCEDIMIENTOS

BLOQUE DE LADRILLO DE CONCRETO

Lo primero que se debe hacer, es medir la altura, el ancho y largo de todos los ladrillos muestra.

En seguida, al tener estas medidas se pasa a preparar una mezcla la cual cubrirá ambos extremos del ladrillo.

Para la preparación de dicha mezcla se utilizará cemento, yeso y agua.

Mezclamos los tres componentes ya mencionados, al tenerla lista se procede a colocar en los extremos de los ladrillos.

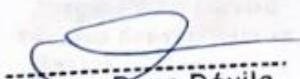
Luego, teniendo ya la mezcla en los ladrillos se deja secar por un lapso de tiempo ya determinado.

Al tener los ladrillos totalmente secos con la mezcla, son ubicados en la PRENSA ELECTRO-HIDRÁULICA.

Cuando ya todos estos pasos estén cumplidos, se calcula el porcentaje de resistencia a compresión del ladrillo, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la norma E 070.

CONCLUSIONES

Con este ensayo hemos logrado determinar que SI CUMPLE las especificaciones mínimas requeridas según la norma E-070.



Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos



Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP, N° 179298

Anexo I : Tabulaciones

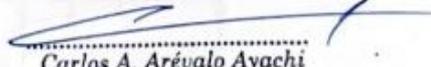


PEZO CC S.A.C

Suelos, Concreto y Asfalto



Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos



Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

Testis : ADICIÓN DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LADRILLOS, COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN, MOYOBAMBA 2024

Testista : Journeth Marcela Collazos Velásquez
Alex Rodríguez Cobos

Ubicación : Distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, Departamento San Martín - Perú.
Fecha : 9 de junio del 2024

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NTP 331.017

LADRILLO CON ADICIÓN DE 5 % DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

Código de Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Vacio del ladrillo(cm ²)	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	Fb (kg/cm2)	Promedio fb	Promedio MPa	Resistencia mínima requerida MPa	Observaciones
ADICIÓN 5%	23.5	12.5	42.0	251.8	14188.0	56.4	56.5	5.7	4.9	CUMPLE
ADICIÓN 5%	23.5	12.5	42.0	251.8	18402.0	73.1				
ADICIÓN 5%	23.5	12.5	42.0	251.8	11875.0	47.2				
ADICIÓN 5%	23.5	12.5	42.0	251.8	13748.0	54.6				
ADICIÓN 5%	23.5	12.5	42.0	251.8	15466.0	61.4				



Jorge Pezo Dávila
 Técnico Especialista en
 Suelos y Pavimentos



Carlos A. Arevalo Ayachi
 INGENIERO CIVIL
 CIP, N° 179298

Tesis : ADICIÓN DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LADRILLOS, COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN, MOYOBAMBA 2024

Tesisista : Journeth Marcela Collazos Velásquez
Alex Rodríguez Cobas

Ubicación : Distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, Departamento San Martín - Perú.
Fecha : 9 de junio del 2024

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NTP 331.017

LADRILLO CON ADICIÓN DE 7 % DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

Código de Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Vacio del ladrillo (cm ²)	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	f _b (kg/cm ²)	Promedio f _b	Promedio MPa	Resistencia mínima requerida MPa	Observaciones
ADICIÓN 7%	23.5	12.5	42.0	251.8	12278.0	48.8				
ADICIÓN 7%	23.5	12.5	42.0	251.8	8459.0	33.6				
ADICIÓN 7%	23.5	12.5	42.0	251.8	13186.0	52.4	44.3	4.3	4.9	NO CUMPLE
ADICIÓN 7%	23.5	12.5	42.0	251.8	11457.0	45.5				
ADICIÓN 7%	23.5	12.5	42.0	251.8	10362.0	41.2				



Jorge Pezo Dávila

 Técnico Especialista en

 Suelos y Pavimentos



Carlos A. Arevalo Ayachi

 INGENIERO CIVIL

 CIP. N° 179298



PEZO CC S.A.C.

Suelos, Concreto y Asfalto

Tesis : ADICIÓN DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LADRILLOS, COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN, MOYOBAMBA 2024

Tesista : Journeth Marcela Collazos Velásquez

Alex Rodríguez Cobos

Ubicación : Distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, Departamento San Martín - Perú.

Fecha : 9 de junio del 2024

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NTP 331.017

LADRILLO CON ADICIÓN DE 10 % DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

Código de Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Vacio del ladrillo (cm ³)	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	Fb (kg/cm ²)	Promedio fb	Promedio MPa	Resistencia mínima requerida MPa	Observaciones
ADICIÓN 10%	23.5	12.5	42.0	251.8	23223.0	92.2	77.7	7.6	4.9	CUMPLE
ADICIÓN 10%	23.5	12.5	42.0	251.8	16476.0	65.4				
ADICIÓN 10%	23.5	12.5	42.0	251.8	20299.0	80.6				
ADICIÓN 10%	23.5	12.5	42.0	251.8	18555.0	73.7				
ADICIÓN 10%	23.5	12.5	42.0	251.8	19214.0	76.3				

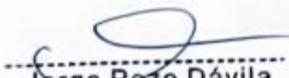

Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


.....
Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

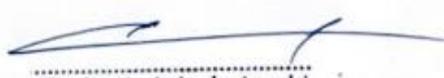
ENSAYO DE ALABEO

PEZO CC S.A.C

Suelos, Concreto y Asfalto



Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos



Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

1.1. OBJETIVO

Ver la deformación del ladrillo (alabeo) para poder sacar su resistencia como un todo.

1.2. FINALIDAD Y ALCANCE

El alabeo presente en las unidades que conforman un muro de albañilería, pueden causar que las juntas horizontales presenten vacíos en el ancho del muro y el ladrillo, lo cual disminuirá la resistencia del muro. El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce un mayor espesor de la junta, asimismo puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas. En este ensayo, se busca comprobar cuan cóncavo o convexo es la unidad.

1.3. RESUMEN DE MÉTODO:

Para comprobar el alabeo de las unidades de albañilería se realizarán diversos pasos. Para ello se colocó una regla metálica en cada una de las caras del ladrillo, de tal forma que ésta vaya de una arista a otra opuesta diagonalmente. Luego se colocó una cuña graduada en la zona central y en los lados extremos, tal como se puede observar. Cuando fue necesario colocar la cuña en la zona central, fue porque el ladrillo presentaba forma cóncava, mientras que cuando a los extremos se tenía una luz entre la regla y la unidad, la cara de la unidad ensayada tenía forma. El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.

1.4. REFERENCIAS NORMATIVAS

NTP 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

2.5. APARATOS:

- Regla o cuña de medición

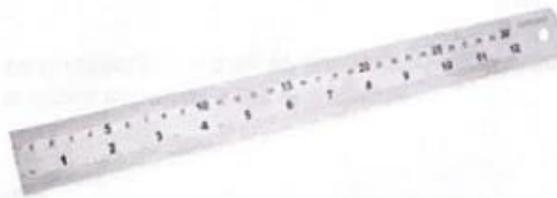
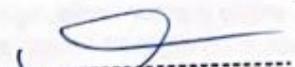


Figura 1 Regla de medición


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP, N° 179298

- Superficie plana:

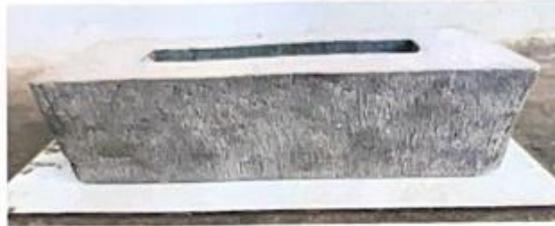


Figura 2. Superficie plana

- Escobilla o brocha



Figura 3. Brocha

- Especímenes: Usaremos diez unidades



Figura 1. 15 unidades de albañilería como especímenes

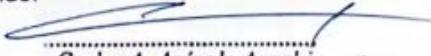
2.6. MUESTRA

Los especímenes se ensayarán tal cual se secaron. Únicamente se eliminará con una escobilla el polvo adherido a las superficies.

2.7. PROCEDIMIENTO

Medición de concavidad: Se coloca el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo. Se coloca la regla correspondiente a la flecha máxima. Se efectúa la lectura con la precisión de 1 mm y se registra el valor obtenido.


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

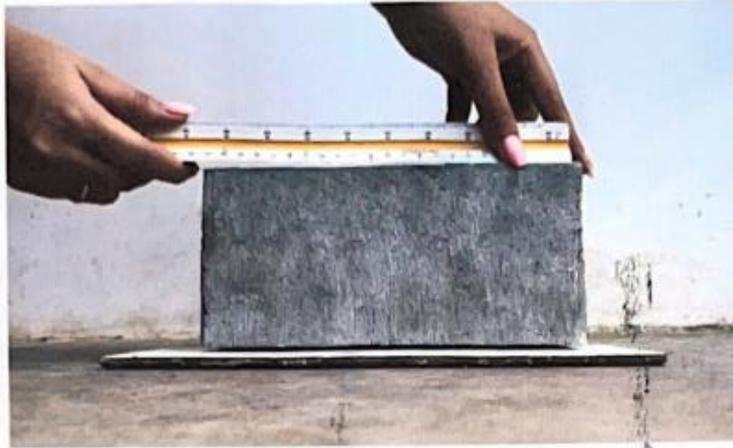


Figura 2. Medición de forma cóncava del ladrillo

Medición de convexidad: Se coloca el ladrillo en una superficie plana y se realiza la observación detallada para ver si presenta convexidad.



Figura 3. Medición de forma convexa del ladrillo

2.8. CÁLCULOS:

Los resultados se promediaron y se expresaron en milímetros enteros, tal como se muestra en la Tabla:

	ALABEO (mm)					
	ADICIÓN AL 5%		ADICIÓN AL 7%		ADICIÓN AL 10%	
	SUPER.	INFER.	SUPER.	INFER.	SUPER.	INFER.
L1	2.00	1.00	0.00	-0.50	0.50	-0.50
L2	1.00	-1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
L3	0.50	-0.50	0.00	0.00	1.00	0.00
L4	1.00	0.00	0.00	-1.00	0.50	0.50
L5	0.00	-0.50	0.00	0.50	0.00	0.10
PROMEDIO	0.90	-0.20	0.00	0.00	0.60	0.02

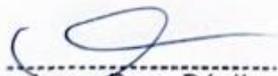
Jorge Pezo Dávila
 Técnico Especialista en
 Suelos y Pavimentos

Carlos A. Arévalo Ayachi
 INGENIERO CIVIL
 CIP, N° 179298

ENSAYO DE VARIACIÓN
DIMENSIONAL

PEZO CC S.A.C

Suelos, Concreto y Asfalto


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

2.1. OBJETIVO

Determinar la variación dimensional de las 15 unidades de ladrillos, para poder conocer a detalle la estandarización y calidad de ladrillos.

2.2. FINALIDAD Y ALCANCE

Con este ensayo buscamos conocer las características físicas de nuestro ladrillo como son el largo, ancho y altura. Tomamos estas medidas por ambas caras del ladrillo para luego tener un promedio y ver si cumple de acuerdo a las normas establecidas. La prueba de variabilidad dimensional es crucial debido a su relación con el espesor de las juntas y, por ende, con la altura de las hiladas. Un aumento en la variación dimensional de las unidades conlleva a una mayor fluctuación en el espesor de las juntas, lo que resulta en la albañilería menos resistente tanto al corte como a la compresión.

2.3. RESUMEN DE MÉTODO:

Para comprobar la variación dimensional de las unidades de albañilería se realizarán diversos pasos. Para ello se colocó una regla o flexómetro se procede a medir el largo, ancho y alto, cada una de ellas divididas en tres secciones, por extremos y medio, de cada muestra de ladrillo.

2.4. REFERENCIAS NORMATIVAS

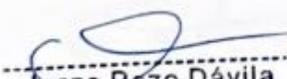
NTP 331.017 - NTP 399.613 - NTP 339.604 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.
Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

3.5. APARATOS:

- Escalímetro o flexómetro



Figura 1 Regla de medición


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

- Especímenes: Usaremos quince unidades



Figura 2. 15 unidades de albañilería como especímenes

3.6. MUESTRA

Los especímenes se ensayarán tal cual se secaron.

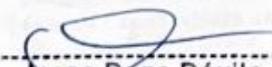
3.7. PROCEDIMIENTO

Medición de ancho: Medir el ancho del ladrillo en los bordes que lo limitan de las 4 caras superior e inferior, en este caso se procedió a medir ambas caras, pero se midió 1 ancho por cara. Registramos estas medidas y calculamos el promedio del ancho del ladrillo.



Figura 3. Medición del ancho del ladrillo

Medición de largo: Medir el largo del ladrillo en los 4 puntos de ambas caras superior e inferior, en este caso solamente se procedió a medir la cara superior de ladrillo. Registramos estas medidas y calculamos el promedio del largo del ladrillo.


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos

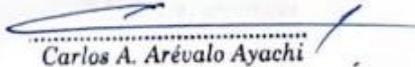

Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP, N° 179298



Figura 4. Medición de forma convexa del ladrillo

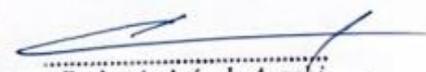
3.8. CÁLCULOS:

Los resultados se promediaron y se expresaron en milímetros enteros, tal como se muestra en la Tabla:

	VARIACIÓN DIMENSIONAL								
	ADICIÓN AL 5%			ADICIÓN AL 7%			ADICIÓN AL 10%		
	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO
L1	23.70	12.50	10.00	23.50	12.50	10.00	23.60	12.50	9.80
L2	23.60	12.50	10.00	23.50	12.50	10.00	23.60	12.40	9.70
L3	23.50	12.80	10.00	23.50	12.50	9.90	23.60	12.60	9.80
L4	23.40	12.10	10.00	23.50	12.50	9.80	23.60	12.50	9.90
L5	23.30	12.40	10.00	23.50	12.50	9.90	23.60	12.50	10.00
PROMEDIO	23.50	12.46	10.00	23.50	12.50	9.92	23.60	12.50	9.84
VD %	0.00%	-0.32%	0.00%	0.00%	0.00%	0.80%	0.43%	0.00%	1.60%

Suelos, Concreto y Asfalto


Jorge Pezo Dávila
 Técnico Especialista en
 Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 179298

1.1 OBJETIVO

El presente ensayo se realiza con el propósito de determinar el grado de saturación del suelo con el fin de utilizarlo en los cálculos de diseño de las obras de infraestructura de transporte terrestre a la Vialidad de la Interoceánica con un fin de estudio.

1.2 FUNDAMENTO TÉCNICO

La Norma de Pruebas se refiere a la NTP 309.612, la cual tiene por objetivo establecer la metodología de absorción de los materiales de los pavimentos de concreto y asfalto en estado de saturación, en condiciones controladas, utilizando un método que reduce la cantidad de absorción de agua de los especímenes entre 28 días de inmersión en agua.

Es la medida de la rapidez del agua a penetrar en la unidad en la cara de ensayo y de la saturación total del material, donde se relaciona el número - unidad en la **ENSAYO DE ABSORCIÓN** con la absorción de la muestra.

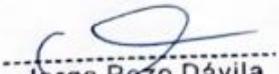
Presupuesto que cuando la muestra se encuentra saturada, al aplicar el método de absorción el agua que penetra en el material se evapora y se endurece lo que impide el control de la absorción de agua.

1.3 RESUMEN DE MÉTODOS

El ensayo se realiza en un horno de saturación a una temperatura entre 100° y de 110° ±, por lo menos durante 24 horas, con el objetivo de que los especímenes presenten un peso constante. Cumplido el tiempo se procede a retirar los especímenes, secarlos en el horno hasta de los especímenes.

1.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NTP 309.612: UNIDADES DE ALMACÉN, Método de medición y ensayo de unidades de almacenamiento en el laboratorio.


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos

Exp. N° 179298
CIP. N° 179298


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298



PEZO CC S.A.C

Suelos, Concreto y Asfalto

3.1. OBJETIVO

Con este ensayo se busca calcular el porcentaje de absorción que tiene el ladrillo con el fin de ver si cumple con los parámetros que la hacen resistente a la intemperie según lo establecido por la norma peruana.

3.2. FINALIDAD Y ALCANCE

La Prueba de Absorción se basó en la NTP 399.613 y tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación, en otras palabras, obtendremos un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes ante 24 horas de inmersión en agua.

Es la medida de la rapidez del agua a adherirse a la unidad en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la relación de mortero – unidad en la inter fase de contacto y por lo tanto la resistencia a la tracción de la albañilería.

Puesto que cuando la unidad tiene demasiada succión, al colocar el mortero esta absorbe el agua de él haciendo que se deforme y se endurezca lo que impide el contacto total con la siguiente unidad.

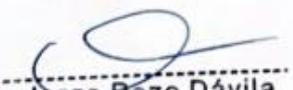
3.3. RESUMEN DE MÉTODO:

Para este ensayo se ha hecho uso de 15 ladrillos los cuales se colocaron en un recipiente lleno de agua durante un periodo de 24 horas. Una vez cumplido el tiempo, se procede a sacar los ladrillos del recipiente lleno de agua, para posteriormente pesar los ladrillos en la balanza. Haciendo ello se obtiene el peso saturado de los ladrillos.

El siguiente paso consiste en colocar los ladrillos en un horno con una temperatura entre 100° y de 115° C por lo menos durante 24 horas, con el objetivo de que los ladrillos puedan obtener un peso constante. Cumpliendo el tiempo se procedió a pesar las muestras, obteniendo así el peso seco de los ladrillos.

3.4. REFERENCIAS NORMATIVAS

NTP 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.



Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos



Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP, N° 179298

4.5. APARATOS:

- Balanza



Figura 1 Balanza Electrónica

- Horno:



Figura 2. Horno

- Recipiente con Agua



Figura 3. recipiente



Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos



Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 179298

- Especímenes: Usaremos diez unidades



Figura 5. 15 unidades de albañilería como especímenes

4.6. MUESTRA

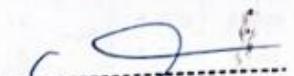
Los especímenes se ensayarán metiendo al horno después de estar sumergido 24 horas en un recipiente con agua.

4.7. PROCEDIMIENTO

Sumersión en un recipiente con agua: Se coloca el ladrillo recipiente lleno de agua durante un periodo de 24 horas. Una vez cumplido el tiempo, se procede a sacar los ladrillos del recipiente para posteriormente pesar los ladrillos.



Figura 5. Sumersión de muestras


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

Pesado de muestras: Se coloca el ladrillo en la balanza para pesar después de sacar de los recipientes después de las 24 horas sumergido en agua. Haciendo ello se obtiene el peso saturado de las muestras.



Figura 6. Pesado de muestras

Preparación de las muestras: Para este ensayo se ha utilizado 15 ladrillos, que se desecaron en la estufa a 110° y 115° por lo menos 24 horas, con el objetivo de que los ladrillos puedan obtener un peso constante. Luego se enfriarán a la temperatura ambiente y se volverán a pesar. Asimismo, si se observa un aumento de masa mayor del 1% se repetirá la operación.



Figura 7. Colocación de muestras en el horno

4.8. CÁLCULOS:

Los resultados se promediaron y se expresaron en milímetros enteros, tal como se muestra en la Tabla:

	ABSORCIÓN								
	ADICIÓN AL 5%			ADICIÓN AL 7%			ADICIÓN AL 10%		
	P. SECO	P. HUM	HUMED.	P. SECO	P. HUM	HUMED.	P. SECO	P. HUM	HUMED.
L1	4.275	4.530	0.255	4.215	4.485	0.270	4.250	4.545	0.295
L2	4.310	4.505	0.195	4.220	4.490	0.270	4.225	4.575	0.350
L3	4.350	4.535	0.185	4.025	4.345	0.320	4.250	4.620	0.370
L4	4.300	4.500	0.200	4.250	4.350	0.100	4.200	4.590	0.390
L5	4.320	4.525	0.205	4.125	4.450	0.325	4.225	4.585	0.360
HUMEDAD (KG)	0.21			0.26			0.35		
HUMEDAD %	4.82%			6.17%			8.35%		

Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos

Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 179298

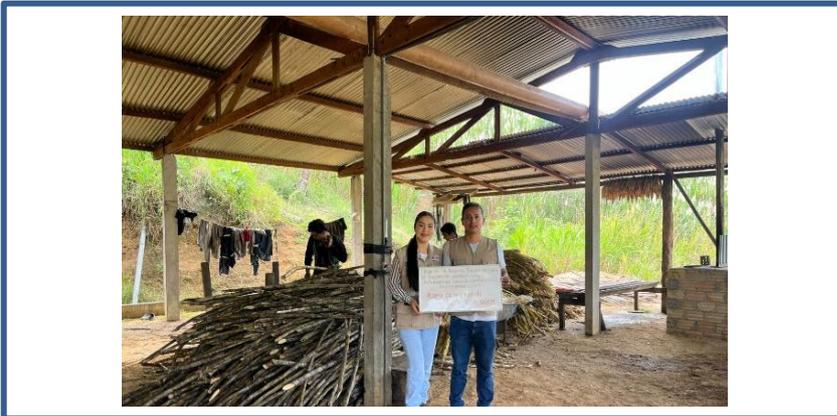
ANEXO 3: Panel fotográfico

Fotografía 1. Finca de caña de azúcar- Jepelacio



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 2. Proceso de extracción del bagazo



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 3. Acopio del bagazo de caña de azúcar



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 4.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 5. Fibra de bagazo de caña de azúcar.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 6. Medición de porcentajes de fibra de bagazo



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 7. Mezcla de mortero con la adición de fibras de bagazo de caña de azúcar en un 5%,7% y 10%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 8. Realizando la mezcla manual



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 9. Mezcla lista para ser llenada en el molde



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 10. Realizando la mezcla de cemento, arena, fibras de bagazo de caña de azúcar y agua.



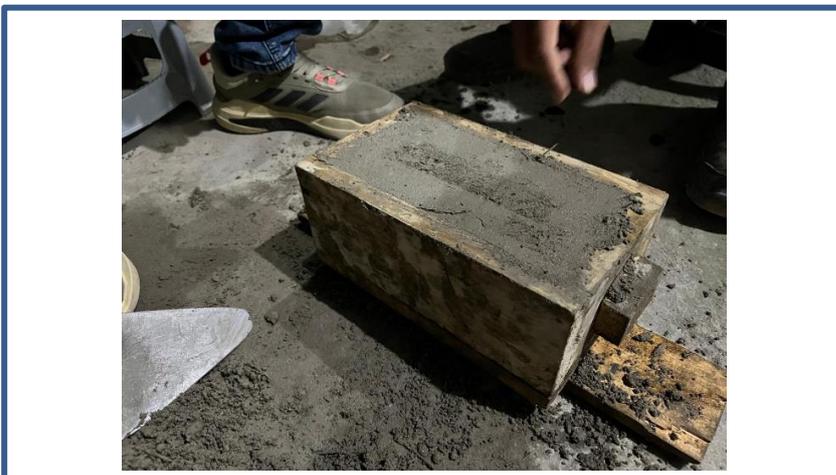
Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 11. Colocación de la mezcla al molde



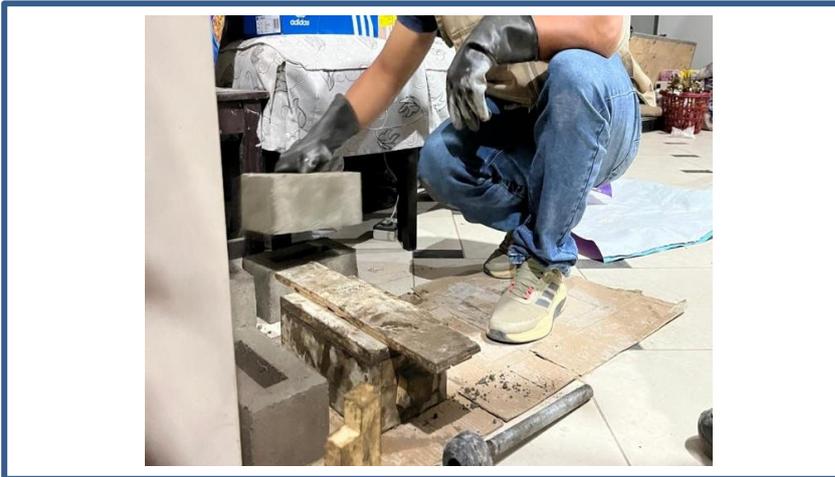
Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 12. Molde lleno de la mezcla listo para ser desmontado



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 13. Desmontado el ladrillo del molde



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 14. Ladrillos listos para su secado



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 15. Pesaje de ladrillos con adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 10%.



Fuente: Alex Rodriguez Cobos y Journeth Marcela Collazos Velásquez (2024)

Fotografía 16. Ensayo de variación dimensional con adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 10%.



Fuente: Alex Rodriguez Cobos y Journeth Marcela Collazos Velásquez (2024)

Fotografía 17. Pesaje de ladrillos con adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 7%.



Fuente: Alex Rodriguez Cobos y Journeth Marcela Collazos Velásquez (2024)

Fotografía 18. Ensayo de variación dimensional con adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 7%.



Fuente: Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 19. Pesaje y ensayo de variación dimensional de ladrillos con adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 5%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 20. Realizando las pruebas de alabeo de los ladrillos con adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 5%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 21. Realizando las pruebas de pandeo de los ladrillos con adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 5%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 22. Realizando las pruebas de alabeo de los ladrillos con adición de bagazo de caña de azúcar al 7%



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 23. Realizando las pruebas de alabeo de los ladrillos con adición de bagazo de caña de azúcar al 10%



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 24. Realizando las pruebas de absorción de los ladrillos con adición de bagazo de caña de azúcar al 10%



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 25. Realizando el peso de los ladrillos con adición de bagazo de caña de azúcar al 10%, antes de la prueba de absorción.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 26. Realizando las pruebas de absorción



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 27. Realizando el peso de los ladrillos con adición de bagazo de caña de azúcar al 7% antes de la prueba de absorción.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 28. Realizando las pruebas de absorción



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 29. Realizando el peso de los ladrillos con adición de bagazo de caña de azúcar al 5% antes de la prueba de absorción.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 30. Realizando las pruebas de absorción



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 31. Se dejó sumergido los ladrillos por 24 horas.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 32. Resultados de la prueba de absorción con la adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 5%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 33. Resultado de la prueba de absorción con la adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 7%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 34. Resultado de la prueba de absorción con la adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 10%



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodríguez Cobos (2024)

Fotografía 35. Muestras listas para pasar la prueba de fuerza a la compresión.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodríguez Cobos (2024)

Fotografía 36. Procedimiento a las pruebas de fuerza a la compresión



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodríguez Cobos (2024)

Fotografía 37. Se procedió a la colocación de la muestra de ladrillo con adición de bagazo de caña de azúcar al 5%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 38. Resultado de la fuerza a la compresión de ladrillo con adición de bagazo de caña de azúcar al 7%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 39. Se procedió a la colocación de la muestra de ladrillo con adición de bagazo de caña de azúcar al 7%.



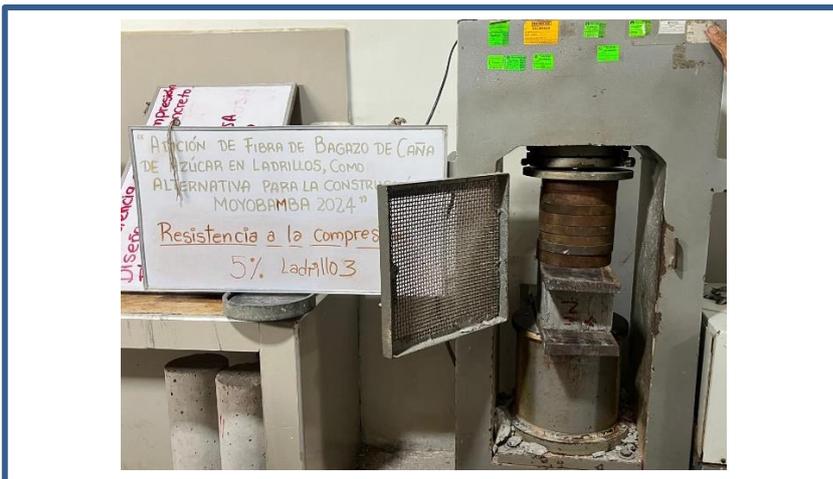
Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 40. Obteniendo resultados de la muestra de ladrillo con adición de bagazo de caña de azúcar al 5%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 41. Se procedió a la colocación de la muestra de ladrillo con adición de bagazo de caña de azúcar al 5%



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 42. Se procedió a la colocación de la muestra de ladrillo con adición de bagazo de caña de azúcar al 10%



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 43. Se procedió a la colocación de la muestra de ladrillo con adición de bagazo de caña de azúcar al 10%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 44. Se procedió a la colocación de la muestra de ladrillo con adición de bagazo de caña de azúcar al 10%.



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 45. Se procedió a la colocación de la muestra de ladrillo con adición de bagazo de caña de azúcar al 10%



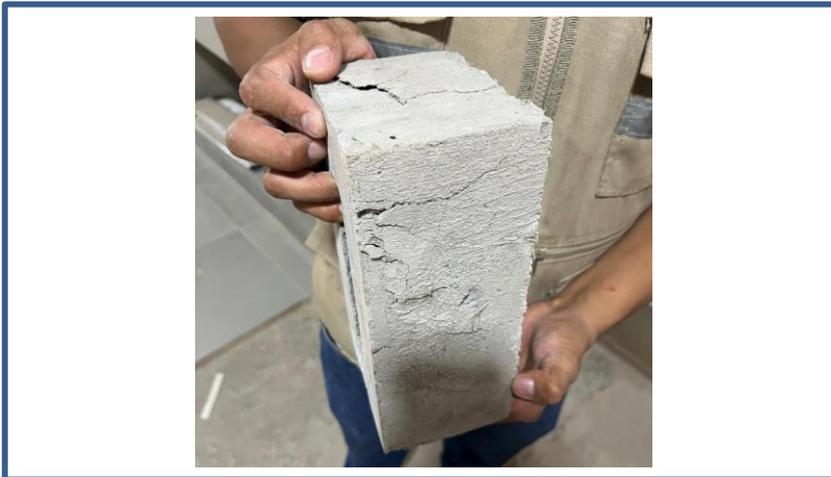
Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 46. Fallo de la prueba a compresión



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)

Fotografía 47. Resultado obtenido de la prueba a compresión



Fuente: Journeth Marcela Collazos Velásquez y Alex Rodriguez Cobos (2024)