

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Rendimiento del mortero en sus propiedades físicas y mecánicas  
adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Franklin Alexander Cumpa Fernandez**

**ASESOR**

**Hector Augusto Gamarra Uceda**  
<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

**CHICLAYO, 2022**

## Índice

Resumen.....	3
Abstract .....	4
I. Introducción .....	5
II. Marco teórico.....	7
2.1 Antecedentes del problema .....	7
2.2 Bases teóricas científicas.....	9
2.2.1 Mortero.....	9
2.2.2 Tipos de mortero .....	9
2.2.3 Morteros según su aplicación.....	9
2.2.4 Componentes del mortero .....	10
2.2.5 Factores influyentes.....	11
2.2.7 Propiedades del mortero.....	11
2.2.7.1 Propiedades del mortero en estado fresco .....	11
2.2.7.2 Propiedades del mortero en estado endurecido .....	12
2.4 Ceniza de bagazo de caña de azúcar .....	14
2.4.1 Composición química de ceniza de bagazo de caña de azúcar .....	14
III. Materiales y métodos.....	15
3.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis .....	15
3.2. Variables - operacionalización .....	15
3.3 Población, muestra de estudio y muestreo .....	16
3.3.1 Población.....	16
3.3.1 Muestra.....	17
3.4 Métodos y técnicas de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimiento para el análisis de datos .....	17
IV. Resultados y discusión .....	17
4.1 Uso de la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la elaboración de morteros.....	19
V. Conclusiones .....	23
VI. Recomendaciones .....	23
VII. Referencias bibliográficas .....	24
VIII. Anexos.....	26

## Resumen

La finalidad de este proyecto investigativo es determinar el efecto que tiene el mortero modificado mediante la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, poniendo énfasis en las propiedades físicas y mecánicas más importantes. Para el desarrollo de esta investigación se ha recurrido al análisis de contenido de fuentes confiables de naturaleza reciente (como tesis y artículos científicos del año 2010 en adelante) para tener una base teórica. Como resultado se determinó que el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, contribuye a mejorar sus propiedades mecánicas, garantizando que si se puede emplear la ceniza de bagazo de caña de azúcar como reemplazo parcial del cemento en la elaboración de mortero.

**Palabras clave:** Mortero, ceniza de bagazo de caña de azúcar, compresión, adherencia

### **Abstract**

The objective of this research is to determine the effect of modified mortar by adding sugarcane bagasse ash, emphasizing the most important physical and mechanical properties. For the development of this research, the content analysis of recent reliable sources (such as theses and scientific articles from 2010 onwards) has been used to have a theoretical basis. As a result, it was determined that the use of sugarcane bagasse ash contributes to improving its mechanical properties, guaranteeing that sugarcane bagasse ash can be used as a partial substitute for cement in making mortar.

**Keywords:** Mortar, sugarcane bagasse ash, compression, adhesion

## I. Introducción

Según el manual de construcción para maestros de obra de Aceros Arequipa, el mortero de albañilería es un material elaborado a partir de la mezcla de cemento, arena gruesa y agua; se destaca por ser un elemento clave para la construcción de muros portantes, es por ello que se debe preparar un mortero de buena calidad. [1]

En el Perú, los morteros de albañilería se clasifican en tipo P y NP, empleados en muros portantes y no portantes, las dosificaciones volumétricas de cemento: arena están comprendidas entre 1:3 a 1:6. [2]

Según INDECI “El Perú presenta un gran silencio sísmico, por lo que las construcciones tienen que ser diseñadas y construidas con una rigurosa supervisión, de modo que tengan un buen comportamiento ante cualquier evento sísmico que podría ocurrir”. [3] En este sentido San Bartolomé afirma que “Las viviendas se comportan de muchas maneras debido a cualquier evento sísmico existente, ya que esto depende del estado de los materiales y el proceso constructivo” [4]

Por otro lado, según las estadísticas de los Censos Nacionales IX de población y IV de vivienda de 2016, se tiene que “El 51.9% del total de las viviendas en nuestro país son de albañilería y el 33.3% de adobe. Dentro de las primeras la gran mayoría son del tipo albañilería confinada” [5]

Muy aparte de todo ello, sabemos que existe un problema en las construcciones de albañilería, por lo general son a través de fallas en las paredes que se dan en forma diagonal o escalona. Esto se debe por muchos factores: el no contar con los materiales en estados óptimos muchas veces de dudosa procedencia, malas prácticas constructivas al elaborar el mortero, mano de obra ineficiente, entre otros factores. Ante estas deficiencias existentes provoca que la edificación se vuelva vulnerable ante los eventos sísmicos.

En la actualidad, se están implementando diversos métodos o nuevas tecnologías para la elaboración de mortero, teniendo siempre como objetivo mejorar sus propiedades como brindándole una resistencia y adherencia adecuada. La caña de azúcar es una materia prima muy utilizada por el consumo humano, en la cual en el norte del país hay muchos sembríos de caña de azúcar. Lo que se hace por desconocimiento es desechar el residuo después de ser utilizado, trayendo así enfermedades, malos olores, descomposiciones desagradables, roedores e incluso

animales peligrosos en el lugar donde este es arrojado; sin importarles que en los alrededores existen habitantes.

Frente a lo descrito anteriormente surge la interrogante ¿La ceniza de bagazo de caña de azúcar mejorará las propiedades físicas y mecánicas del mortero de albañilería? Se planteó como objetivo general: Conocer la eficiencia del mortero modificado en comparación al mortero convencional comprobando su resistencia mecánica y adherencia. Como objetivos específicos se establecieron: Conocer la composición química de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para determinar el carácter puzolanico del material; Conocer el porcentaje de sustitución de cemento por CBCA que confiera la mayor resistencia a la compresión y flexión a una mezcla de mortero; Comprender el efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del mortero; Comprender el efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la flexión del mortero

La justificación de este proyecto de investigación en el ámbito técnico-social, se debe a que se adicionará un nuevo material que mejorará la adherencia y durabilidad del mortero que será de beneficio para la población civil; en el aspecto económico, se buscará contrarlar las fallas ocasionadas en las edificaciones, como también se utilizará menos cemento; en el aspecto ambiental, reducirá la contaminación ambiental por la disposición de los restos de la quema del bagazo, así mismo se buscará reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas al producir cemento.

## **II. Marco teórico**

### **2.1 Antecedentes del problema**

**Khalid, Faisal Sheikh, Herman, Herman Shah y Azmi, Nurul Bazilah. « Properties of sugarcane fiber on the strength of the normal and lightweight concrete» MATEC, 2017**

En esta aplicación de fibra de caña de azúcar en la elaboración de concreto convencional y liviano, emplearon un diseño experimental basado en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5% para poder llegar a demostrar cual porcentaje es el más óptimo que cumpla con la resistencia a la compresión y tensión del concreto. El resultado de este estudio arrojó que el porcentaje de 0.5% de adición de la fibra de caña de azúcar es el más adecuado y no se puede exceder dicho porcentaje, porque generó una alta resistencia a la tracción en comparación con el concreto convencional y también disminuyó el tiempo de agrietado del concreto. [6]

**Osorio Saraz, Jairo Alexander, Varón Aristizabal, Fredy y Herrera Mejía, Jhonny Alexander «Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar» Dyna 74, no. 153 (2007):69-79.**

La realización de este artículo de investigación fue determinar cómo influye la mezcla de concreto en adición con fibras de bagazo de caña de azúcar en propiedades mecánicas. Se realizaron ensayos de la resistencia a la compresión y la densidad de este concreto modificado, para ello se tuvo en cuenta el tamaño de la fibra. Se sometió por 24h con una T° de 24°C a la fibra con Ca(OH)<sub>2</sub> (hidróxido de calcio) al 5%, presentando un buen comportamiento, este procedimiento provocó una baja degradación de la fibra.

Lo que se concluyó con esta investigación fue poder evaluar la resistencia a la compresión de del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar es inversamente proporcional al porcentaje de fibra adicionada de igual manera con el tamaño de las partículas. [7]

**Novoa, M., Becerra, L., & Vásquez, M. «La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero». Bogota: Universidad Libre, 2016.**

La realización de esta investigación experimental, empezó con los ensayos físicos y químicos del nuevo material a incorporar que es la ceniza de la cascarilla de arroz. Esto se realizó con la finalidad de sustituir al agregado fino por la ceniza de la cascarilla de arroz (CCA) debido a su alto contenido de sílice para la mezcla de este nuevo mortero.

Se elaboraron morteros con la sustitución en porcentajes de 5% a 25% de la ceniza, lo que se determinó fue que con el porcentaje del 20% el mortero tiene un resultado similar con aditivos comerciales para el ensayo de tracción. Un aspecto muy importante a destacar es el uso de un aditivo retenedor de agua, ya que, al momento de fraguar, este retiene el agua y mejora la trabajabilidad del mortero. [8]

**Ruiz , A. J. «Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar» Tesis de Licenciatura, Cajamarca, 2016.**

En esta tesis de licenciatura se ensayaron las propiedades físicas y químicas de los nuevos materiales a emplear, para poder buscar el porcentaje adecuado para cada material (ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar) teniendo en cuenta también que las proporciones de cemento: arena sean las correctas para que así no pueda afectar a los ensayos de mortero endurecido (resistencia a la compresión).

Se concluyó que la relación de porcentaje de 0.5%, 1% y 1.5% de ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar respectivamente con respecto al peso del cemento y utilizando una relación cemento:arena de 1:4 es un diseño viable para la elaboración de mortero. [9]

**Saiz «Characterization and influence of fine recycled aggregates on masonry mortars properties» España (2015)**

Publicado en el libro de Materiales de Construcción de Madrid, España. En esta investigación se realizó el estudio de resistencia a la compresión para morteros bajo la norma UNE-EN 1015, con probetas de dimensiones 4x4x16cm, usándose dosificación de cemento:arena:agua de 1:3:0.5, sustituyendo el agregado fino por áridos reciclados provenientes del proceso de reciclaje de cerámica y hormigón (RA-1, RA-2), proceso de reciclaje del hormigón (RA-3) en porcentajes de (10%, 15%, 25%, 35%, 45%), incorporando el aditivo RHEOBUILD 2100 en proporciones de (0%, 2%, 2%, 2%, 4%), obteniendo valores para la resistencia a la compresión del árido RA-1 entre 204.45 kg/cm<sup>2</sup> y 265.13 kg/cm<sup>2</sup>, presentando el mayor valor en el porcentaje de sustitución del 10%, para RA-2 entre 255.44 kg/cm<sup>2</sup> y 260.03 kg/cm<sup>2</sup>, obteniéndose el mayor valor en el porcentaje de sustitución del 25%, y para RA-3 valores entre 244.73 kg/cm<sup>2</sup> y 300.82 kg/cm<sup>2</sup>, dándose el mayor valor [10]



## 2.2 Bases teóricas científicas

### 2.2.1 Mortero

Es una mezcla de cemento, arena y agua. Se caracteriza por su adherencia, trabajabilidad y tiempo de fragua. Se emplean para edificaciones de albañilería. [2]

### 2.2.2 Tipos de mortero

#### Morteros hidráulicos

- Tiene como característica que se endurece bajo agua. Está compuesto por calizas con adición de sílice y alumina con la finalidad de obtener resistencias altas a edad inicial

[11]

#### Morteros de cemento

- Una de sus propiedades como es la trabajabilidad está en la proporción a la relación de cemento: arena. Es el mortero que comúnmente se realiza en obra.

[11]

MORTERO	USOS
1:1	Mortero muy rico para impermeabilizaciones. Rellenos.
1:2	Para impermeabilizaciones y pañetes de tanques subterráneos. Rellenos.
1:3	Impermeabilizaciones menores. Pisos.
1:4	Pega para ladrillos en muros y baldosines. Pañetes finos.
1:5	Pañetes exteriores: pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos.
1:6 y 1:7	Pañetes interiores: pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos.
1:8 y 1:9	Pegas para construcciones que se van a demoler pronto. Estabilización de taludes en cimentaciones.

*Imagen 1 Usos de los morteros de cemento [11]*

### 2.2.3 Morteros según su aplicación

**Morteros para Mampostería:** Es lo que comúnmente conocemos como el mortero que se utiliza para asentar ladrillo. Para evaluar la resistencia a la compresión de una mampostería, no solo influye el mortero sino también el ladrillo que se ha empleado. Por otro lado, para evaluar los esfuerzos cortantes, este solo depende de la adherencia del mortero y el ladrillo. [12]

**Morteros para Revoques:** Dicho mortero se utiliza para subsanar las irregularidades que se presentan en la mampostería. Estos se clasifican en

revoques en interiores y exteriores. Este último protege de la humedad y de las bajas temperaturas que puedan presentarse. [12]

- **Morteros para Enlucidos:** Este mortero se emplea para proteger la mampostería, a su vez se le coloca una capa fina (tarrajeo) para que posterior a ello tener un mejor acabado de obra. [12]

**Morteros para Pisos:** Posee arto contenido de cemento, para poder tener resistencia optima al desgaste y compresión. [12]

#### 2.2.4 Componentes del mortero

a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser: [2]

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830
- Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 1. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias según lo especificado en los planos. [2]

<b>GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA</b>	
<b>MALLA ASTM</b>	<b>% QUE PASA</b>
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

*Tabla 1 Granulometría de la arena gruesa [2]*

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
  - El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
  - El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
  - No deberá emplearse arena de mar.
- c) El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

### **2.2.5 Factores influyentes**

#### **Cemento:**

Es el que aporta a una mezcla de mortero su adherencia y su resistencia a la compresión, en un estado fresco y endurecido [13]

#### **Agua:**

Aporta a la mezcla de mortero su fluidez. [13]

#### **Arena:**

Aporta a la mezcla de mortero la durabilidad de la adhesión. Al presentarse una proporción cin menos cemento reduce la tensión de adhesión. [13]

Aporta a la mezcla de mortero la durabilidad de la adhesión

### **2.2.7 Propiedades del mortero**

#### **2.2.7.1 Propiedades del mortero en estado fresco**

##### **Trabajabilidad**

Consiste en que el mortero en estado fresco presenta buenas condiciones de maniobrabilidad, fluidez. Para lograr un mortero trabajable es necesario saber la cantidad de agua a utilizar, si se excede la cantidad de agua provoca un alto contenido de aire. [14]

##### **Consistencia**

Permite que el mortero en estado fresco, medir la cantidad de agua previa a la construcción. Al no tener una buena consistencia, esto es un indicador que existe una deficiencia en la dosificación y mezclado del mortero [14]

##### **Retención de la consistencia**

Característica del mortero para retener el agua. Permite que el mortero sea trabajable. Mayormente lo podemos apreciar en el asentado de ladrillo. Los morteros que tienen

baja la retención de agua genera que el asentado de ladrillo sea difícil, caso contrario pasa cuando el mortero tiene alta retención de agua. . [14]

### **2.2.7.2 Propiedades del mortero en estado endurecido**

#### **Adherencia**

Permite que la hidratación del cemento aumente esto favorece al proceso de albañilería puesto que la mezcla une al ladrillo. Esta adherencia del mortero permite trabajar en unión con la albañilería para resistir las cargas a la que esta es sometida; así como también, a los cambios bruscos de temperatura. [14]

#### **Resistencia a la compresión**

Es una propiedad física del mortero en estado endurecido, nos permite evaluar que tan resistente es el mortero para soportar los esfuerzo a los que esté es sometido. [14]

#### **Durabilidad**

Es la capacidad que presenta el mortero para resistir a los cambios constantes a los que este es expuesto. [14]

## **2.3 Bagazo de caña de azúcar**

El bagazo es el residuo fibroso de la caña de azúcar, resultante del proceso de molienda de los tallos para extraer el jugo, representa alrededor del 40 a 45 % de la caña [15] reportan valores de 25% y es uno de los mayores residuos agrícolas en el mundo.

### **2.3.1 Composición química del bagazo de caña de azúcar**

El bagazo de caña de azúcar está constituido por aproximadamente 50% de celulosa, 25% de hemicelulosa y 25% lignina [16] La constitución química del bagazo de caña de azúcar lo hace un material excepcional para fabricación de compuestos (Ver Imagen 2)

### 2.3.2 Ventajas de la utilización del bagazo de caña

El bagazo de caña es ideal debido a su fácil y constante obtención a partir de la abundante cantidad de cultivos de caña. Con el uso directo del bagazo son reducidos los costos de transformación y pretratamiento correspondientes a la utilización de sus derivados.

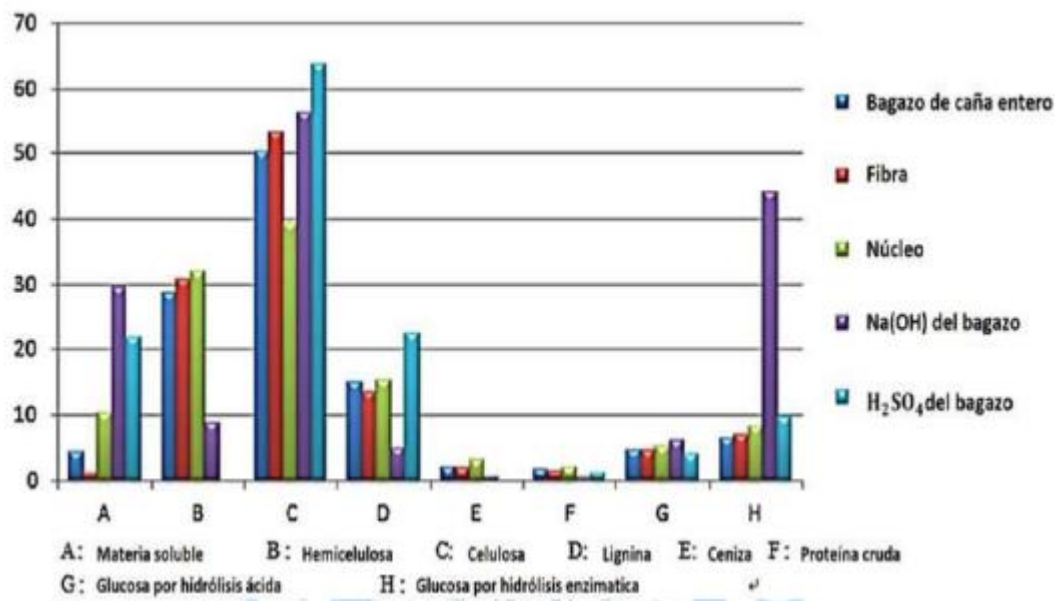


Imagen 2 Composición química del bagazo y sus componentes fraccionados [21]

Con modificaciones y procesos de fabricación apropiados, el bagazo de caña aporta mejoras en las propiedades mecánicas: resistencia a la tensión, a la flexión, dureza y resistencia al impacto para materiales compuestos.

La celulosa y lignina presentes en el bagazo pueden mejorar el reforzamiento en la fabricación de materiales compuestos. El bagazo además puede utilizarse como fibras de refuerzo en matrices poliméricas pues los compuestos de bagazo-polyester fabricados presentan estructura homogénea. [17] Su calidad es inferior debido a la alta porosidad, sin embargo, este factor puede ser reducido aumentando la presión de molde o la temperatura durante el mezclado.

## 2.4 Ceniza de bagazo de caña de azúcar

Conocida abreviadamente como CBCA, es el producto de la quema del bagazo de caña en las calderas de cogeneración. La CBCA puede ser clasificada como un probable material puzolánico. Los principales factores que afectan su reactividad son la cristalinidad de la sílice presente en la ceniza, la presencia de impurezas como carbón y material sin quemar [18]



Imagen 3 Diferentes estados del material, de izquierda a derecha: caña de azúcar, bagazo de caña, ceniza [19]

### 2.4.1 Composición química de ceniza de bagazo de caña de azúcar

La composición química de la ceniza varía según el terreno de cultivo, por los diferentes tipos de cañas, el tiempo de vida y por ultimo los fertilizantes que le someten

Composición Química de Ceniza de bagazo cubano y bagazo Peruano									
Ceniza	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	SO <sub>3</sub>
Cubano	64.71	4.21	13.77	6.22	1.37	6.87	1.00	0.27	0.01
Peruano	67.52	3.50	7.60	3.50	8.95	3.75	2.17	1.70	0.03

Imagen 4 Composición química de la ceniza de bagazo cubano y bagazo [20]

	A 100°C se presenta una pérdida inicial de masa, resultante de la evaporación de agua absorbida.
	A 350°C Inicia una ignición del material más volátil, aquí es donde inicia la quema del bagazo.
	Entre 400° a 500°C el carbón residual y los óxidos se forman, se observa una pérdida más importante de masa, después de esta etapa la ceniza se convierte en amorfa, rica en sílice.
	El uso de temperaturas por arriba de los 700°C puede llevar a la formación de cuarzos, y niveles aún más elevados de temperatura, pueden crear otras formas cristalinas.
	Encima de los 800°C, la sílice presente en la ceniza del bagazo de caña de azúcar es esencialmente cristalino.

Imagen 5 Proceso de modificación en la quema de la ceniza [20]

### **III. Materiales y métodos**

#### **3.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis**

##### **Tipo de estudio:**

El presente trabajo de investigación es no experimental, descriptiva; puesto que se busca exponer el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y puntualizar cuál sería su efecto sobre la elaboración de mortero, todo ello en base al análisis de antecedentes bibliográficos. Para poder obtener las conclusiones y recomendaciones.

##### **Diseño de contrastación de hipótesis**

- De acuerdo al nivel de investigación es descriptiva, puesto que implica detallar el comportamiento del objeto de estudio sin influir sobre él de ninguna manera.
- De acuerdo al fin que se persigue es aplicada, puesto que en base a la recopilación de información pretende dar solución a un planteamiento específico.

#### **3.2. Variables - operacionalización**

##### **a. Variables dependientes**

- Evaluación del mortero en estado fresco:
  - Fluidez
  - Contenido de aire
  - Peso unitario
  - Tiempo de fraguado
- Evaluación del mortero en estado endurecido:
  - Resistencia a la compresión del mortero.
  - Resistencia a la pila de albañilería con mortero
  - Resistencia al murete de albañilería

##### **b. Variable independiente:**

- Porcentaje de la ceniza de caña de azúcar.
- Propiedades de los agregados naturales.

VARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>VAR. INDEPENDIENTE:</b>		
Ceniza de caña de azúcar	Porcentaje de la ceniza de caña de azúcar en peso del cemento en la mezcla	Balanzas Recipientes
Propiedades de los Agregados Naturales	Granulometría	Juego de Tamices
	Peso específico	Balanzas
	Contenido de humedad	Horno
	Dosificación	Recipientes
<b>VAR. DEPENDIENTE:</b>		
<b>Estado Endurecido</b>		
Resistencia a compresión del mortero	Fuerza de compresión aplicada	Máquina de ensayo de compresión
	Área resistente	
Resistencia a la Pila de mortero	Adherencia vertical	Máquina de ensayo de compresión
Resistencia al murete de albañilería	Adherencia diagonal	Máquina de ensayo de compresión
<b>Estado Fresco</b>		
Fluidez	% de fluidez	Mesa de fluidez
Contenido de aire	% de relación entre masa y volumen	Olla Washington
Peso unitario	relación entre masa y volumen (kg/m <sup>3</sup> )	Recipiente cilíndrico
Tiempo de fraguado	Proceso de fragua	Aguja de vicat

*Tabla 2 Fuente propia*

### 3.3 Población, muestra de estudio y muestreo

#### 3.3.1 Población

Debido al tipo de investigación, son todas aquellas fuentes de información confiables de cualquier tipo y en cualquier idioma, como artículos científicos (de revistas o periódicos) y tesis, que traten sobre el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la elaboración de morteros.



### 3.3.1 Muestra

Son aquellos artículos y tesis de validez científica a partir del año 2010 en adelante que traten la temática y que lo demuestren experimentalmente. La muestra de 7 antecedentes fue escogida de entre un aproximado de 13 fuentes bibliográficas.

### 3.4 Métodos y técnicas de recolección de datos

#### Investigación documental

<b>TÉCNICA:</b>	<b>INSTRUMENTO:</b>	<b>APLICACIÓN:</b>
Análisis documental	Fichas de registro de información (Anexo N° 01)	Tesis y artículos

### 3.5. Procedimiento para el análisis de datos

Para el procesamiento de los datos obtenidos del análisis documental, se usó como herramienta principal el programa de hojas de cálculo Excel, que permite sintetizar la información y presentarla en forma de tablas y gráficos. Para finalmente poder formular conclusiones sobre el problema estudiado.

## IV. Resultados y discusión

De acuerdo con las fuentes bibliográficas consultadas, nacionales e internacionales, el conocimiento científico y empírico sobre la producción de mortero adicionando la ceniza de bagazo de caña de azúcar, es un poco limitado; le dan mayor relevancia a la elaboración de concreto a nivel local y nacional. A nivel internacional, Brasil, Colombia han evaluado la utilización de este residuo producto de los ingenios azucareros, debido a la gran demanda que tienen en la producción de caña de azúcar y quieren mitigar en lo posible la generación que esta ceniza volante causa al medio ambiente por lo cual observan de una manera eficiente la incorporación de la ceniza a las mezclas de mortero como de concreto; destacando la reducción de costo que genera al sustituir parcialmente el cemento por la ceniza de bagazo de caña de azúcar y la contaminación generada para la elaboración del cemento

Este estudio considera que es muy necesario que a nivel local y nacional se impulse la investigación aplicada en la rama del uso de puzolanas en la construcción ya que estos compuestos han demostrado ser económicos y reducen la contaminación

ambiental, y en la mayoría de los casos aportan una mejor calidad al producto final. Asimismo, se agradecería seguir investigando las características que pueden aportar las puzolanas a las mezclas de mortero, establecer medidas y dosificaciones de uso y estándares de calidad para que sean aplicados en muros de albañilería.

#### 4.1 Uso de la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la elaboración de morteros

**TABLA N° 01: EFECTOS DEL USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA ELABORACIÓN DE MORTERO**

LUGAR	AUTOR	TÍTULO	AÑO	CONCLUSIÓN
Cali-Colombia	Libreros Yusti, Juan Fernando y Henao Caicedo, Salomon	<b>EVALUACIÓN DE LA CENIZA PROVENIENTE DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL CEMENTANTE ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE MORTEROS</b>	2015	Con este trabajo de investigación se afirma que la ceniza de bagazo de caña de azúcar es un material óptimo como reemplazo parcial del cemento dentro de la elaboración de mortero. Debido a que los resultados arrojaron que el tiempo de fraguado inicial y final tuvo un incremento significativo del 221% y 234%, otro punto importante a destacar es el incremento en su propiedad mecánica de resistencia a los 58 días, reemplazando en porcentajes del 10 y 20% supero al mortero patrón en 2.5 y 5% respectivamente y la resistencia a flexión en porcentaje del 20% aumento en 40% de la resistencia del mortero patrón. También se concluyó que con un reemplazo del 20% del peso del cemento se puede ahorrar dos sacos de cemento por metro cúbico de mortero.
Brasil	Camargo Macedo, Pamela, Pereira, Adriana Maria, Akasaki, Jorge Luis, Fioriti, Cesar Fabiano, Payá, Jordi, & Pinheiro, José Luiz	<b>Rendimiento de morteros producidos con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar</b>	2014	Los resultados de la resistencia a compresión a los 7 días en los porcentajes de 3, 5 y 8% son similares y menores con respecto al mortero de referencia; sin embargo a las edades de 28 y 56 hubo un aumento significativo. El resultado de la resistencia a la tracción arrojó que con el porcentaje del 3% posee un comportamiento óptimo.

Brasil	R. A. Berenguer, F. A. Nogueira Silva, S. Marden Torres, E. C. Barreto Monteiro, P. Helene, A. A. de Melo Neto	<b>La influencia de las cenizas de bagazo de caña de azúcar como reemplazo ceniza de bagazo de caña de azúcar</b>	2018	En esta investigación se trató de hacer una comparación entre la ceniza proveniente de los ingenios azucareros como de una pizzería. Se pudo verificar que al adicionar el 15% de ceniza tiene un efecto puzolánico y aglutinante en la mezcla. Hubo un incremento del 8% en la resistencia a compresión a la edad de 91 días utilizando la ceniza de caña de azúcar. Por último se pudo concluir que la sobrepasar una adición del 30% a la mezcla de mortero no se obtendrá ningún beneficio
Mexico	Rodriguez Bucio, Jose Luis	<b>CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA: EFECTO PUZOLANICO EN MORTEROS DE CEMENTO</b>	2014	De acuerdo a lo establecido por el Reglamento de Construcción del Distrito Federal (RCDF) el mortero elaborado puede ser utilizado como material para asentar ladrillo. El resultado de la resistencia a la compresión con la sustitución del 5, 10, 15, 20, 25 y 30% del peso del cemento se encuentran por encima del mortero patrón a partir de la edad de 37 días, sobresaliendo el porcentaje del 20%. El resultado de la resistencia a flexión tuvo un buen comportamiento destacándose por encima del mortero patrón el porcentaje de 5% y 20%

Nicaragua	Gaitan Arévalo, Juniet Rebeca y Torres Rivas, Belkiss Jessenia	<b>INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PROVENIENTE DEL INGENIO MONTE ROSA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS Y DE DURABILIDAD DE MORTEROS DE CEMENTO TIPO GU</b>	2013	<p>El resultado de la resistencia mecánica arrojó que al utilizar un 15% de sustitución de CBCA con relación de a/c 0.5 y de are/c 2/1 se obtuvo una resistencia a 28 días de 14.20 Mpa. No se puede sustituir la arena tradicional por CBCA, los resultados no fueron beneficiosos para las propiedades mecánicas. El tiempo de fraguado depende del % incrementado de CBCA, para el mortero con un 45% de sustitución el tiempo de fraguado final es mayor que 6,6h mientras que para el porcentaje de 15% fue de 4.9h</p>
Bogotá, Colombia	Baron Bello, Ambar Lennon	<b>EVALUACIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA Y PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN ÓPTIMO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DE UN MORTERO SOSTENIBLE</b>	2017	<p>En este trabajo de investigación se adicionó la ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentaje de 10, 15, 20, 25% en peso del cemento. Cabe resaltar que el porcentaje del 10% y 15% en la mezcla del mortero modificado tuvo un comportamiento del 97% y 93% respectivamente en comparación con el mortero convencional y en la resistencia a flexión alcanzaron los porcentajes de 103% y 104% respectivamente en comparación con el mortero convencional. El tamaño de la CBCA es importante tenerlo en cuenta, se utilizaron los tamices #100 y #200, logrando tener un mejor comportamiento las mezclas que pasaron por el tamiz #200. Los porcentajes óptimos para alcanzar una buena resistencia fueron los del rango del 10%-20% logrando obtener una resistencia mayor a los 17.5MPa y estos pueden ser utilizados en los muros de albañilería.</p>

Trujillo	Calderón Peláez, Luis Fernando; Martínez Cabrera, Sara Isabel	<b>INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PARTICULA Y DEL PORCENTAJE DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) POR CEMENTO PORTLAND TIPO I SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, ACTIVIDAD PUZOLANICA, Y REACTIVIDAD ALCALI-SILICE EN MORTEROS MODIFICADOS</b>	2017	Los porcentajes empleados en esta investigación fueron del 10, 20 y 30% del peso. El tamaño de las partículas de la CBCA fue de 48µm y 75µm. El resultado de la resistencia a la compresión de la mezcla de mortero arrojo que el porcentaje optimo para la alcanzar la mayor resistencia fue el 20% con un valor de 110.07 kg/cm <sup>2</sup> con el tamaño de la partícula de 48µm, mientras que para la partícula de 75µm fue de 96.91 kg/cm <sup>2</sup> . Se obtuvo que el índice de actividad puzolánica alcanza un máximo de 32.48% con respecto a las probetas patrón del 20% en peso de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar por cemento tipo I con un tamaño de partículas de 48µm
----------	---	--	------	---

## **V. Conclusiones**

- Posterior al análisis de los antecedentes se concluye que los estudios realizados sobre la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las mezclas de mortero corresponden en gran medida a las investigaciones de países como Colombia y Brasil. En el ámbito local y nacional, el nivel de conocimiento con respecto al uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las mezclas de mortero es mínimo en comparación con los estudios que se ha realizado en las mezclas de concreto.
- La manera de dosificación más común para la introducción de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las mezclas de mortero es mediante un porcentaje en función peso total de cemento que se usara en la mezcla, de esa manera los rangos más comunes de dosificaciones evaluadas estas entre 5% - 30%.
- El tiempo de fraguado depende del % incrementado de CBCA
- El tamaño de las partículas de la CBCA influye en el comportamiento mecánico y físico de la mezcla de mortero, es por ello que se tiene que darle una adecuada molienda.
- Los porcentajes evaluados del 10% - 20% presentan un buen comportamiento a la compresión, destacando el porcentaje del 15% del peso del cemento. En el comportamiento a la flexión el porcentaje ideal estuvo en el 20%. Finalmente, la adición mayor al 20% demostraron un comportamiento pésimo en sus propiedades mecánicas

## **VI. Recomendaciones**

- Se recomienda que las investigaciones que se utilicen como antecedentes de investigación tengan carácter científico y sean de naturaleza reciente, para que los resultados del análisis descriptivo sea lo más actualizado posible.
- Sería importante acompañar a las investigaciones con un estudio económico que ayude a realizar cuanto ahorro se genera por la disminución de consumo de cemento
- No sustituir la arena tradicional por CBCA, los resultados no fueron beneficiosos para las propiedades mecánicas

## VII. Referencias bibliograficas

- [1] A. Arequipa, «MORTERO,» *Manual de Construcción para Maestros de Obra*, p. 23, 2010.
- [2] Sencico, Norma E.070 Albañilería, Lima: Sencico, 2020.
- [3] Indeci, «Riesgo sísmico en el Perú,» 1 Edición; Instituto de Defensa Civil, Ed., Lima, 2011.
- [4] S. Bartolome, *Construcciones de albañilería-comportamiento sísmico y diseño estructural*, Lima: PUCP, 1998.
- [5] INEI, «Censos Nacionales IX y IV de vivienda de 2016,» Lima, 2016.
- [6] F. S. H. H. S. y. A. N. B. Khalid, «Properties of Sugarcane Fiber on the Strength,» *MATEC Web of Conferences*, 2017.
- [7] J. A. V. A. F. y. H. M. J. A. Osorio Saraz, «Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar,» *Dyna*, pp. 69-79, 2007.
- [8] M. B. L. & V. M. Novoa, «La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero,» Universidad Libre, Bogota, 2016.
- [9] A. J. Ruiz, «Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar,» Cajamarca, 2016.
- [10] P. Saiz-Martínez, «Characterization and influence of fine recycled aggregates on masonry mortars properties,» *Materiales de Construcción*, vol. Vol. 65, 2015.
- [11] D. S. d. Guzman, *Tecnología del concreto y del mortero*, Colombia: Bhandar Editores, 2001.
- [12] R. E. M. SÁNCHEZ, «CAPACIDAD ADHERENTE DEL ÓPTIMO MORTERO PARA LA UNION DE UNIDADES DE LADRILLO SUELO - CEMENTO COMPACTADO - CAJAMARCA 2015,» CAJAMARCA, 2017.
- [13] H. G. Carlos Casabonne, *Albañilería Estructural*, Lima: Fondo Editorial, 2005.
- [14] J. D. OSORIO, «360 en Concreto,» Argos, [En línea]. Available: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/como-se-evalua-la-calidad-de-un-mortero>. [Último acceso: 07 Junio 2021].
- [15] M. V.-C. E. & S. H. Frías, «Brazilian sugar cane bagasse ashes from the cogeneration industry as active pozzolans for cement manufacture,» *Cement and*



*Concrete Composites*, vol. 33, nº 4, pp. 490-496, 2011.

- [16] P. O. & V. M. R. Modani, «Utilization of Bagasse Ash as a Partial Replacement of Fine Aggregate in Concrete,» *Procedia Engineering*, pp. 25-29, 2013.
- [17] S. N. R. R. J. S. S. M. V. D. & D. J. R. M. Monteiro, « Sugar cane bagasse waste as reinforcement in low cost composites,» *Advanced Performance*, pp. 183-191, 1998.
- [18] J. F. M. B. G. M. & B. H. Martirena H., «Use of wastes of the sugar industry as pozzolana in lime-pozzolana binders: Study of the reaction,» 1998, pp. 1525-1536.
- [19] S. K. P. S. S. B. Jnyanendra Kumar Prusty, «Concrete using agro-waste as fine aggregate for sustainable built environment,» *International Journal of Sustainable Built Environment*, 2016.
- [20] C. H. C. BAZÁN, «EMPLEO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO SUSTITUTO PORCENTUAL DEL AGREGADO FINO EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO,» Cajamarca, 2017.
- [21] Y. R. S. D. R. M. E. & D. C. A. Loh, «The future,» *Sugarcane bagasse*, vol. 75, pp. 14-22, 2013.

### VIII. Anexos

#### Anexo N° 01: Modelo de ficha de registro de información

<b>TÍTULO</b>	Título de la investigación
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Artículo de revista, periódico, tesis de grado, maestría, doctorado, etc.
<b>NOMBRE</b>	Nombre de revista, periódico, universidad o institución que realiza la investigación
<b>FECHA</b>	Mes, año
<b>AUTOR(ES)</b>	Apellidos y nombres de los autores
<b>PROCEDENCIA</b>	Ciudad, país
<b>JORNADA</b>	Edición, volumen, páginas
<b>PROBLEMÁTICA</b>	Problema que busca solucionar la investigación
<b>SOLUCIÓN</b>	Solución propuesta por en la investigación
<b>METODOLOGÍA</b>	Técnicas, ensayos, diagramas u otras herramientas usadas (indicar nombre y para qué se utilizó).
<b>NORMATIVA</b>	Normas seguidas para el desarrollo de la metodología
<b>CONCLUSIONES</b>	Conclusiones, observaciones y recomendaciones
<b>INVESTIGACIONES FUTURAS</b>	Investigación futura que el investigador recomienda seguir
<b>FUENTE</b>	Bases de datos / Facultad de Universidad
<b>DIRECCIÓN URL</b>	Link (si el documento es virtual)