



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis del comportamiento estructural en ladrillos artesanales reforzados con cascarilla de arroz calcinada.

#### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

#### **AUTORES:**

Anticona Paredes, Fredy Michael ([orcid.org/0000-0001-7756-5016](https://orcid.org/0000-0001-7756-5016))

Campos Arevalo, Emel Sabino ([orcid.org/0000-0001-7498-5867](https://orcid.org/0000-0001-7498-5867))

#### **ASESOR:**

Dr. Farfan Cordova, Marlon Gaston ([orcid.org/0000-0001-9295-5557](https://orcid.org/0000-0001-9295-5557))

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

#### **LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**TRUJILLO - PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Esta TESIS se lo dedico primeramente a Dios por guiarme en este camino universitario y a mi familia por su constante apoyo para lograr cumplir mis objetivos en este proceso de preparación académica.

**Anticona Paredes Fredy Michael**

Dedico mi presente proyecto a todos mis familiares por su constante apoyo, a Dios por iluminarme en todo este tiempo universitario.

**Campos Arévalo Emel Sabino**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por brindarnos la fortaleza de seguir siempre adelante, a nuestros padres por todos los consejos y esfuerzo que nos brindaron y su motivación para seguir cada día adelante.

Del mismo modo agradecer a todos los docentes de la escuela de ingeniería civil, por otorgarnos y brindarnos todos sus conocimientos que permitieron nuestra formación profesional; finalmente a la prestigiosa universidad la cual estamos muy agradecidos por abrirnos sus puertas para prepararnos con esmero todo este tiempo académico.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, FARFAN CORDOVA MARLON GASTON, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Análisis del comportamiento estructural en ladrillos artesanales reforzados con cascarilla de arroz calcinada.", cuyos autores son CAMPOS AREVALO EMEL SABINO, ANTICONA PAREDES FREDY MICHAEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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.

TRUJILLO, 19 de Junio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
FARFAN CORDOVA MARLON GASTON <b>DNI:</b> 03371691 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9295-5557	Firmado electrónicamente por: MFARFANC el 12-07- 2023 22:48:18

Código documento Trilce: TRI - 0545460



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CAMPOS AREVALO EMEL SABINO, ANTICONA PAREDES FREDY MICHAEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis del comportamiento estructural en ladrillos artesanales reforzados con cascarilla de arroz calcinada.", 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.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
EMEL SABINO CAMPOS AREVALO <b>DNI:</b> 71238496 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7498-5867	Firmado electrónicamente por: ECAMPOSA11 el 19-06-2023 15:18:36
FREDY MICHAEL ANTICONA PAREDES <b>DNI:</b> 75066476 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7756-5016	Firmado electrónicamente por: FRANTICONA el 19-06-2023 11:05:29

Código documento Trilce: TRI - 0545462

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTO .....	2
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	3
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL LOS AUTORES.....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2 Variables y operacionalización:.....	20
3.3 Población muestra y muestreo .....	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	22
3.5 Procedimientos: .....	22
3.6 Método de análisis de datos:.....	29
3.7 Aspectos Éticos: .....	29
IV. RESULTADOS .....	30
IV. DISCUSIÓN .....	44
V. CONCLUSIONES.....	50
VI. RECOMENDACIONES. ....	52
REFERENCIAS: .....	53
ANEXOS.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Diseño de investigación.</i> .....	20
<b>Tabla 2.</b> <i>Muestra.</i> .....	21
<b>Tabla 3.</b> <i>Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos con cascarilla de arroz calcinada.</i> .....	21
<b>Tabla 4.</b> <i>Ensayo de absorción de ladrillos con cascarilla de arroz calcinada.</i> .	21
<b>Tabla 5.</b> <i>Ensayo de alabeo de ladrillos con cascarilla de arroz calcinada</i> .....	21
<b>Tabla 6.</b> <i>Ensayo de variación dimensional de ladrillos con cascarilla de arroz calcinada.</i> .....	21
<b>Tabla 8.</b> <i>Composición química de cáscara de arroz calcinada.</i> .....	30
<b>Tabla 9.</b> <i>Diseño de mezcla para ladrillos artesanales</i> .....	30
<b>Tabla 10.</b> <i>Resistencia promedio con el grupo patrón.</i> .....	31
<b>Tabla 11.</b> <i>Resistencia promedio con 5% de cascarilla calcinada.</i> .....	32
<b>Tabla 12.</b> <i>Resistencia promedio con 10% de cascarilla calcinada.</i> .....	32
<b>Tabla 13.</b> <i>Resistencia promedio con 20% de cascarilla calcinada.</i> .....	32
<b>Tabla 14.</b> <i>Absorción promedio con el grupo control.</i> .....	33
<b>Tabla 15.</b> <i>Absorción promedio con 5% de cascarilla calcinada.</i> .....	34
<b>Tabla 16.</b> <i>Absorción promedio con 10% de cascarilla calcinada.</i> .....	34
<b>Tabla 17.</b> <i>Absorción promedio con 20% de cascarilla calcinada.</i> .....	34
<b>Tabla 18.</b> <i>Alabeo promedio con el grupo patrón.</i> .....	35
<b>Tabla 19.</b> <i>Alabeo promedio con 5% de cascarilla calcinada.</i> .....	35
<b>Tabla 20.</b> <i>Alabeo promedio con 10% de cascarilla calcinada.</i> .....	36
<b>Tabla 21.</b> <i>Alabeo promedio con 20% de cascarilla calcinada.</i> .....	36
<b>Tabla 22.</b> <i>Variación Dimensional promedio con el grupo patrón.</i> .....	37
<b>Tabla 23.</b> <i>Variación Dimensional promedio con 5% de cascarilla calcinada.</i> ..	37
<b>Tabla 24.</b> <i>Variación Dimensional promedio con 10% de cascarilla calcinada.</i> 38	
<b>Tabla 25.</b> <i>Variación Dimensional promedio con 20% de cascarilla calcinada</i> .	38
<b>Tabla 26.</b> <i>Análisis comparativo (Shapiro – Wilk) para ensayo de Compresión</i>	39
<b>Tabla 27.</b> <i>Análisis comparativo ANOVA para ensayo de Compresión</i> .....	40
<b>Tabla 28.</b> <i>Análisis comparativo HSD TUKEY para ensayo de Compresión.</i> ....	40
<b>Tabla 29.</b> <i>Análisis comparativo (Shapiro – Wilk) para ensayo de Absorción.</i> ..	41
<b>Tabla 30.</b> <i>Análisis comparativo U DE MANN - WHITNEY para ensayo de Absorción.</i> .....	41
<b>Tabla 31.</b> <i>Análisis comparativo (Shapiro – Wilk) para ensayo de Alabeo.</i> .....	42
<b>Tabla 32.</b> <i>Análisis comparativo ANOVA para ensayo de Alabeo.</i> .....	42

<b>Tabla 33.</b> <i>Análisis comparativo (Shapiro – Wilk) para el ensayo de Variación Dimensional.</i> .....	43
<b>Tabla 34.</b> <i>Análisis comparativo KRUSKAL WALLIS para el ensayo de Variación Dimensional.</i> .....	43
<b>Tabla 35.</b> <i>Matriz de operacionalización de variable</i> .....	59
<b>Tabla 36.</b> <i>Matriz de Consistencia de Variables.</i> .....	52



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Transporte de la cascarilla de arroz.....	23
<b>Figura 2.</b> Molde para la elaboración de ladrillos .....	23
<b>Figura 3.</b> Elaboración de ladrillos proceso de mesclado.....	24
<b>Figura 4.</b> Mezclado de arcilla con porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz. .....	24
<b>Figura 5.</b> Proceso de secado al aire libre .....	25
<b>Figura 6.</b> Ladrillos en reposo de 28 días.....	25
<b>Figura 7.</b> Resistencia promedio de cada ensayo. ....	33
<b>Figura 8.</b> Absorción promedio. ....	35
<b>Figura 9.</b> Alabeo promedio cóncavo y convexo. ....	36
<b>Figura 10.</b> Variación Dimensional promedio. ....	39

## RESUMEN

En esta investigación se logró desarrollar una forma para convertir un desecho agroindustrial en un material beneficioso para la industria de la construcción, y motivados por la creciente demanda de nuevos materiales amigables con el medio ambiente. El presente trabajo tiene como objetivo determinar la influencia de la cascarilla de arroz calcinada en el comportamiento estructural de ladrillos de arcilla artesanal. La metodología es de tipo básica, el diseño cuasiexperimental, se tomó la muestra de 80 ladrillos con porcentajes de 0%, 5%, 10% y 20% de cascarilla de arroz calcinada. Como resultados se obtuvieron que la ceniza presenta un porcentaje promedio de 98% de óxido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ), los resultados para el ensayo de compresión 0% fue de  $33.37 \text{ kg/cm}^2$ , de 5%  $46.86 \text{ kg/cm}^2$ , del 10% y 20% es de  $39.82 \text{ kg/cm}^2$ ,  $36.76 \text{ kg/cm}^2$ , la absorción para los porcentajes mencionados estuvo desde 15.4% ,17.1%,18.5% y 19.16%, la variación dimensional y el alabeo estuvieron en el rango establecido por las normas vigentes, el porcentaje óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz fue 5%. Se concluyó que al incorporar la ceniza de cascarilla de arroz mejora las propiedades y cumplen con el RNE E-070.

**Palabras clave:** Ladrillo de arcilla, ceniza de cascarilla de arroz, propiedades mecánicas

## ABSTRACT

In this research, it was improved to develop a way to convert an agro-industrial design into an improved material for the construction industry, and it is motivated by the growing demand for new environmentally friendly materials. The objective of this work is to determine the influence of the ash from the calcined rice husk on the structural behavior of artisanal clay bricks. The methodology is of a basic type, the quasi-experimental design, the sample of 80 bricks was taken with percentages of 0%, 5%, 10% and 20% of calcined rice husk. As results, it will be achieved that the ash presents a percentage of 98% silica oxide (SiO<sub>2</sub>), the results for the 0% compression test were 33.37kg/cm<sup>2</sup>, 5% 46.86 kg/cm<sup>2</sup>, 10% and 20 % is 39.82 kg/cm<sup>2</sup>, 36.76 kg/cm<sup>2</sup>, the absorption for the percentages that there were were from 15.4%, 17.1%, 18.5% and 19.16%, the dimensional variation and the warping were in the range established by current standards, the optimum percentage of rice husk ash was 5%. It was concluded that incorporating rice husk ash improves the properties and complies with RNE E-070.

**Keywords:** Clay brick, rice husk ash, mechanical properties.