

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE
CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN
FC=175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Br. Saúl Paullo Hinostroza

ASESOR:

Mg. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal

<https://orcid.org/0000-0001-7674-7125>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Tecnología de concreto.

TRUJILLO, PERÚ

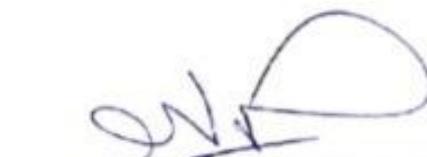
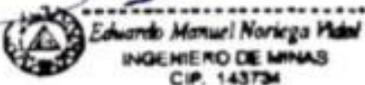
2023

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería:

Yo, Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal,, identificado con el DNI N° 43236142 como asesor del trabajo de investigación **VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC=175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023.**, desarrollado por el Br. Saúl Paullo Hinojosa, con DNI N° 71414447, egresado del Programa de Estudios de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de clasificación designada por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Eduardo Manuel Noriega Vidal
INGENIERO DE MINAS
CIP. 143734

Mg. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal

DNI 43236142

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Mons. Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Fundador y Gran Canciller de la Universidad

Católica de Trujillo Benedicto XVI

Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo

Rector de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo

Vicerrectora Académica

Mg. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Dra. Ena Cecilia Obando Peralta

Vicerrectora de Investigación

Dra. Teresa Sofía Reátegui Marín

Secretaria General

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida y estar en mi vida
en todo momento siempre llevo una
palabra dentro de mi corazón.

“Jehová es mi pastor nada me
faltara” **Salmos 23:1**

A MIS PADRES

Paullo Cancho Daniel y Rufina Hinostroza
Loayza por haberme dado su apoyo
incondicional durante todos estos años y por ser
esa razón el más grande aliciente para el
cumplimiento de mis objetivos que significan
alegría y orgullo para mí, también para ellos;
me siento el ser más afortunado de este mundo
por tenerlos como padres.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su amor y bondad que no tiene fin me ha permitido sonreír ante todo mis logros que son resultado de su ayuda.

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición y te lo agradezco de lo más profundo de mi corazón por la iluminación y guía en mi camino.

“Orad sin cesar”. 1 tesalonicenses 5:17.

A mis padres, por haberme forjado como persona que en la actualidad; muchos de mis logros se lo debo a ellos en que incluye en este trabajo, por sus consejos su apoyo incondicional y paciencia para lograr mi sueño anhelado.

A la Universidad Católica De Trujillo Benedito XVI y docentes de la carrera profesional de Ingeniería civil por compartir e impartir conocimiento y experiencias en las aulas de la universidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	ii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
Índice de contenido	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	11
II. METODOLOGÍA.....	28
2.1 Enfoque, tipo	28
2.2 Diseño.....	28
2.3 Población, muestra y muestreo.....	29
2.4 Técnicas e instrumentos de recojo de datos	29
2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	31
2.6 Aspectos éticos en la investigación	31
III. RESULTADOS	33
IV. DISCUSIÓN.....	41
IV. CONCLUSIONES.....	46
IV. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS.....	55
Anexo 1: Instrumento de medición.....	55
Anexo 2: Matriz de consistencia.....	56
Anexo 3: Matriz de categorías y sub-categorías.....	58
Anexo 4: Instrumentos de objeto de aprendizaje abierto.....	59
Anexo 5: Ubicación geográfica del proyecto.....	60
Anexo 6: Contraste de hipótesis de la investigación.	63
Anexo 7: Ensayos de laboratorio	70
Anexo 8: Panel fotográfico	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diseño de la investigación	29
Figura 2	Resultados de la resistencia a la compresión del ladrillo a los 7, 14 y 28 días.	33
Figura 3	Resultados de la variación dimensional al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC.	34
Figura 4	Resultados del alabeo del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC.....	35
Figura 5	Resultados de la absorción del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC	37
Figura 6	Resultados de la densidad del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC.....	38
Figura 7	Resultados de la resistencia a la compresión en pila a los 7, 14 y 28 días.	39
Figura 8	Identificación de brácteas.	59
Figura 9	Ubicación geográfica del Departamento de Ayacucho.	60
Figura 10	Análisis granulométrico de los agregados finos.	61
Figura 11	Análisis Granulométrico de los agregados gruesos.	62
Figura 12	Recolección de brácteas en campo.....	81
Figura 13	Realizando la carga de bráctea.	81
Figura 14	Diseño de mezcla de granulometría de agregado fino.....	82
Figura 15	Diseño de mezcla de granulometría de agregado grueso.	82
Figura 16	Medida de ladrillo macizo para el ensayo de alabeo.	83
Figura 17	Peso de ladrillo macizo muestra 5.....	83
Figura 18	Ensayo de alabeo de ladrillo macizo de concreto de muestra patrón.	84
Figura 19	Ensayo de alabeo de ladrillo macizo de concreto de 8% ceniza de bráctea.	84
Figura 20	Ensayo de absorción de ladrillo macizo de concreto.	85
Figura 21	Ensayo de absorción secado a horno 24 horas.	85
Figura 22	Ensayo de absorción realizando la inmersión 24 horas al agua.....	86
Figura 23	Ensayo de absorción realizando la inmersión 24 horas al agua.	86
Figura 24	Elaboración de ladrillo macizo adicionando 5% de ceniza de bráctea.	87
Figura 25	Elaboración de ladrillo macizo de concreto de 5% de ceniza de bráctea.	87
Figura 26	Resistencia a la compresión de ladrillo macizo 10% M-4.	88
Figura 27	Resistencia a la compresión de la muestra 4 de ladrillo macizo.	88
Figura 28	Resistencia a la compresión en pilas patrón, 5%,8%,10%	89
Figura 29	Resistencia a la compresión en pilas P-3 8% de ceniza de bráctea.	89
Figura 30	Resistencia a la compresión en pilas P-3 8% de ceniza de bráctea.	90
Figura 31	Resistencia a la compresión en pilas luego de realizar la prueba.	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ensayos de la resistencia a la compresión del ladrillo a los 7, 14 y 28 días.	33
Tabla 2	Ensayos de la variación dimensional al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC.....	34
Tabla 3	Ensayos del alabeo del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC	35
Tabla 4	Ensayos de la absorción del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC	36
Tabla 5	Ensayos de la densidad del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC	37
Tabla 6	Ensayos de la resistencia a la compresión en pila a los 7, 14 y 28 días.	38
Tabla 7	Resultados de la prueba ANOVA respecto a la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.	63
Tabla 8	Prueba de Tukey con las diferencias en la resistencia a la compresión del ladrillo.	63
Tabla 9	Resultados de la prueba ANOVA respecto a la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.	64
Tabla 10	Resultados de la prueba ANOVA respecto al alabeo del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.	65
Tabla 11	Resultados de la prueba ANOVA respecto a la absorción del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.	66
Tabla 12	Resultados de la prueba ANOVA respecto a la densidad del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.....	67
Tabla 13	Prueba de Tukey con relación a las diferencias significativas en la densidad del ladrillo macizo de concreto.....	67
Tabla 14	Resultados de la prueba ANOVA respecto a la resistencia en pila del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.	68
Tabla 15	Prueba de Tukey con relación a las diferencias significativas en la resistencia a la compresión en pila del ladrillo macizo de concreto.	68

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo verificar la resistencia de ladrillo macizo de concreto agregando ceniza de bráctea en $F_c=175\text{kg/cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023. Para la consecución de dicho propósito, se recurrió a una investigación de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, diseño experimental sustentado en un nivel explicativo. La población de la investigación fue de 60 ladrillos de concretos macizos con incorporación de ceniza de bráctea $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para muros portantes de 5%, 8% y 10%, mientras que la muestra fue de tipo censal; vale decir, igual a la población. Los datos fueron obtenidos con el uso de protocolos y procesados mediante el uso de tablas y gráficos, utilizando el programa de Microsoft Excel y el SPSS versión 26. De los resultados se desprende que la mejor resistencia a la compresión se obtuvo con 5% de adición con un valor de 187.77 Kg/cm^3 a los 28 días de curado y la resistencia a la compresión en pila evidenció el valor óptimo con esta misma dosis al obtener un valor de 149.97 Kg/cm^3 ; sin embargo, la absorción más elevada se alcanzó con una agregación de 10% que en esta oportunidad estuvo por debajo del patrón. Se concluye que con una adición de 5% se puede optimizar la resistencia de ladrillo macizo de concreto; constatándose diferencias significativas en la prueba de ANOVA para resistencia a la compresión y a la compresión en pila ($p < 0.05$).

Palabras claves: *cenizas de bráctea, resistencia a la compresión, alabeo, absorción, variación dimensional.*

ABSTRACT

The objective of this study was to verify the resistance of solid concrete brick by adding bract ash at $F_c=175\text{kg/cm}^2$ for load-bearing walls Ayacucho 2023. To achieve this purpose, applied research, with a quantitative approach, was used. experimental design supported on an explanatory level. The research population was 60 solid concrete bricks with incorporation of bract ash $f_c=175\text{kg/cm}^2$ for load-bearing walls of 5%, 8% and 10%, while the sample was census type; that is, equal to the population. The data were obtained with the use of protocols and processed through the use of tables and graphs, using the Microsoft Excel program and SPSS version 26. From the results it is clear that the best compressive strength was obtained with 5% addition with a value of 187.77 Kg/cm^3 at 28 days of curing and the pile compression resistance showed the optimal value with this same dose by obtaining a value of 149.97 Kg/cm^3 ; However, the highest absorption was achieved with an aggregation of 10%, which on this occasion was below the standard. It is concluded that with an addition of 5% the resistance of solid concrete brick can be optimized; significant differences were found in the ANOVA test for compressive strength and stack compression ($p < 0.05$).

Keywords: *bract ash, compressive strength, warping, absorption, dimensional variation.*

I. INTRODUCCIÓN

Debido al aumento de la población urbana, la demanda de viviendas también ha aumentado exponencialmente, siendo necesario el incremento de las necesidades de componentes de construcción como cimientos, piso, losa, columnas, vigas y mampostería que requieren de una gran cantidad de materiales de construcción como cemento, acero, ladrillos, mortero, etc., que afectan directa o indirectamente al medio ambiente y son relativamente costosos (Tang et al., 2022).

A nivel mundial, el consumo de cemento para materiales de construcción se estima que creció de 5,000 millones de toneladas en 2016 a más de 6,000 millones de toneladas en 2022. Esto ha creado un impacto negativo en el medio ambiente, visto que la fabricación de cemento consume mucha energía, siendo un proceso que genera una alta huella de carbono, debido al consumo de una gran cantidad de combustibles fósiles (Shelote et al., 2021). En este sentido, se ha demostrado que por cada tonelada de cemento producida se emiten unos 900 kg de CO₂, lo que contribuye al 5-7% de las emisiones totales de este gas en todo el mundo (Viera et al., 2023).

Después del aluminio y el acero, la fabricación de cemento es el proceso que requiere más energía, ya que consume 4GJ por tonelada de energía. Como parte de protocolos internacionales relacionados con afectaciones climáticas, los países se han comprometido en la reducción de emisiones de CO₂ y de los otros cinco gases de efecto invernadero (Nuaklong et al., 2021).

Por lo tanto, el mayor desafío es reducir estas emisiones en la industria del cemento, sin afectar a las crecientes demandas de vivienda y de otras infraestructuras y así en el incremento del PBI y el desarrollo nacional. Para reducir la demanda de cemento en la industria de la construcción, ha surgido la necesidad de incluir cenizas de distintas fibras

que se extraen de vegetales, animales y diversos desechos industriales que, además han demostrado mejorar distintas propiedades de los ladrillos de concreto (Hou et al., 2023).

En el caso del Perú, se estima que más del 70% de las viviendas en el país son informales y que son altamente vulnerables por su falta de resistencia ante los terremotos, lo cual depende de las características de diseño del edificio, la calidad de los materiales y la técnica de construcción. Esta vulnerabilidad se manifiesta en diversas patologías focalizadas o a gran escala que reflejan el bajo comportamiento sísmico de esos edificios y su relación con las propiedades mecánicas de sus materiales (Tarque y Pancca, 2022).

Además, se estima que, en el país, casi el 60% de las viviendas se encuentra hechas de ladrillo, siendo este la pieza fundamental de los muros portantes y no portantes que requieren cumplir con condiciones de resistencia ante su propio peso, sobrecargas que devienen de su funcionamiento y el accionar de eventos naturales (como los sismos); sin embargo, en muchos casos por reducir costos no se emplean los materiales recomendados, siendo necesario investigar sobre nuevos aditivos que reduzcan la vulnerabilidad de las viviendas, pero no incrementen los costos (Lizarzaburu et al., 2023).

Esta investigación está basada en las situaciones cotidianas que se presentan en la región de Ayacucho-Huamanga, visto que se ha evidenciado una sustitución progresiva del ladrillo tradicional por ladrillos a base de concreto en virtud de contar con mejores propiedades. En tal sentido, esta localidad no escapa a las consideraciones antes mencionadas donde se fabrican ladrillos artesanales de baja calidad, en el que no se acatan en su fabricación todos los requerimientos establecidos en las Normas Técnicas Peruanas – NTP, y que atentan contra la permanencia de las estructuras en el tiempo, y sobre todo contra la integridad de las personas que habitan o permanecen en estas estructuras de alto riesgo.

En tal sentido, la indagación se centró en expresar la importancia de reusar la bráctea de la planta de cabuya, insumo que al mezclarlo con el cemento genere una mezcla adecuada

para la elaboración de ladrillos macizo de concreto, bloques para muros portantes; por lo cual se reduciría el impacto ambiental y se generarían más fuentes de empleo en la ciudad de Ayacucho.

Por otra parte, al usar la bráctea, de carácter vegetal, se economiza un elevado porcentaje de recursos económicos en la adquisición de materiales constructivos en dicho lugar, donde por lo general son demasiado elevados. Asimismo, se dispondrá de amplias cantidades de insumo, visto que la bráctea se extiende por el distrito de Tambillo.

Desde el punto de vista metodológico, esta indagación engloba bases teóricas y conceptuales sobre una temática que resulta sumamente compleja, por lo que es necesario realizar un trabajo detallado de laboratorio con condiciones alta de calibración en los instrumentos. En definitiva, se hace necesario comprender las fases que engloba la elaboración de ladrillo macizo de concreto, desde la obtención del insumo vegetal hasta el análisis del comportamiento del material final.

En lo profesional, la investigación responde a una motivación personal orientada a dar solución a tantas familias que habitan en edificaciones informales y requieren de materiales de bajo costo para mejorar sus condiciones. Así, el uso de este insumo vegetal de bajo impacto ambiental ayudará a estas personas en sus necesidades habitacionales, las cuales son crecientes en la actualidad.

De esta manera, en el estudio se plantean un conjunto de interrogantes que tienen que ver en primer lugar con el siguiente problema general: ¿De qué manera se mejora la resistencia de ladrillo macizo de concreto agregando ceniza de bráctea en $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?, y seguidamente se tiene los siguientes objetivos específicos:

1) ¿Cuál es la mejora al agregar ceniza de bráctea en la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?; 2) ¿Cómo la agregación de ceniza de bráctea mejora la variación dimensional del ladrillo

macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?; 3) ¿De qué manera agregar ceniza de bráctea mejora el alabeo del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?; 4) ¿Cuál mejora se obtiene al agregar ceniza de bráctea en la absorción del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?; 5) ¿Cuál es la mejora al agregar ceniza de bráctea mejora la densidad del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?; y 6) ¿En cuánto la agregación de ceniza de bráctea mejora la resistencia a la compresión en pilas del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?.

Una vez expuesto los distintos problemas que se pretenden resolver, se han establecidos los propósitos inherentes a la investigación, teniendo como objetivo general: Demostrar que la resistencia de ladrillo macizo de concreto mejora al agregar ceniza de bráctea en $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023, en tanto que los objetivos específicos van a estar dados por lo siguiente: 1) Verificar que la agregación de ceniza de bráctea mejora la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023; 2) Demostrar que la agregación de ceniza de bráctea mejora la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023; 3) Comprobar que la agregación de ceniza de bráctea mejora el alabeo del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023; 4) Constatar que la agregación de ceniza de bráctea mejora la absorción del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023; 5) Verificar que la agregación de ceniza de bráctea mejora la densidad del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023; 6) Comprobar que la agregación de ceniza de bráctea mejora la resistencia a la compresión en pilas del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

Una vez abordados el conjunto de aspectos que han propiciado la realización del presente estudio, y luego de haber caracterizado la situación problemática con los objetivos que se esperan alcanzar en el desarrollo del trabajo, es fundamental describir algunos elementos de carácter teórico y conceptual que van a permitir la comprensión total del tema presentado.

Para ello, se comienza presentado algunos antecedentes internacionales como la investigación elaborada por Adnan et al. (2023), quienes desarrollaron un estudio con el objetivo de investigar la resistencia a la compresión y absorción de agua de ladrillos de concreto que contienen cenizas de bambú en Malasia. Este estudio fue cuantitativo, experimental y aplicado donde se utilizó la estrategia de la observación para la recogida de datos, con el empleo de una ficha de recolección de datos y se aplicaron dosis de cenizas de bambú de 5%, 7% y 10%. Los resultados reflejaron que la capacidad de absorción de agua aumentó a mayores porcentajes de cenizas de bambú, siendo la del grupo de control de 7.77% y la de la dosis de 10% fue de 14.08%, lo cual obedeció al tamaño de las partículas, mientras que la resistencia a la compresión disminuyó a los 28 días, destacándose que la del grupo de control fue de 14.76 MPa, mientras que con una dosis del 10% fue de 10.18 MPa. Concluyeron que la capacidad de absorción cumplió con el porcentaje máximo de 25%, mientras que la resistencia a la compresión excedió el valor normal ante una fuerza de 7 N/mm², por lo que debe seguirse investigando sobre una dosificación apropiada de la referida ceniza.

Indhiradevi et al. (2021) tuvieron como objetivo, investigar cómo afecta adicionar ceniza de madera y de estiércol de vaca en la resistencia y absorción de ladrillos de concreto en India. Este estudio fue cuantitativo, experimental y aplicado donde se utilizó la estrategia de la observación para la recogida de datos, con el empleo de una ficha de recojo de valores y se aplicaron dosis de ambas cenizas de 5%, 10%, 15% y 20%. Los resultados reflejaron que la mayor resistencia a la compresión se alcanzó al 15% de ceniza de madera con 4.1 N/mm²

y al 5% de ceniza de estiércol de vaca, siendo la capacidad de absorción 6.1% y 8.7%, respectivamente. Concluyeron que es factible la introducción de ceniza de estiércol y de madera como reemplazo de materiales complementarios de construcción.

Hidalgo et al. (2021) elaboraron una investigación con el objetivo de indagar sobre la incidencia de agregar ceniza de tallo de arroz en la resistencia de ladrillos de concreto en España. Este estudio fue cuantitativo, experimental y aplicado donde se utilizó la estrategia de la observación para la recogida de datos, con el empleo de una ficha de recojo de valores y se aplicaron dosis de cenizas de tallo de arroz de 15% y 30%. Los resultados reflejaron que el índice de actividad de resistencia ante los porcentajes de adición fueron 90% con 15% de adición y 80% con 30% de adición. Concluyeron que es factible la introducción de ceniza de tallo de arroz como reemplazo de materiales complementarios de construcción.

Asimismo, se han tomado en cuenta estudios realizados en el ámbito nacional como el de Sandoval y Huamán (2021), quienes se plantearon el objetivo de investigar el efecto de la adición de ceniza de cáscaras de café en distintas propiedades de ladrillos de concreto en Jaén. Este estudio fue cuantitativo, experimental y aplicado donde se utilizó la estrategia de la observación para la recogida de datos, con el empleo de una ficha de recojo de valores y se aplicaron dosis de 5%, 10% y 15%. Los resultados indicaron que la resistencia a la compresión fue de 173 kg/cm² (5%), de 178 kg/cm² (10%) y 163kg/cm² (15%); además, solo la adición de 10% cumplió con el coeficiente de variabilidad (31.23%), pero sus valores de variación de la dimensión no fueron los más bajos alcanzados; además, cumple con el nivel de alabeo aceptable para ser clasificado como tipo V. Para todos los casos, el peso específico se ubica dentro de lo aceptable. Concluyeron que el porcentaje óptimo de adición fue 10%, donde se obtuvo los mejores resultados.

Chuquimamani (2021) realizó un estudio con el objetivo de investigar la incidencia de incorporar ceniza de tallo de algodón en distintas propiedades de ladrillos de concreto en

Puno. Este estudio fue cuantitativo, experimental y aplicado donde se utilizó la estrategia de la observación de datos, con el empleo de una ficha de recojo de valores y se aplicaron dosis de cenizas de tallo de algodón de 0%, 1%, 3% y 5%. Los resultados reflejaron que todos los porcentajes cumplieron con la resistencia a la compresión simple mínima (50kg/mm²), siendo el óptimo la dosis de 1% con 67.77 kg/cm²; de igual modo, sucedió con la resistencia a la compresión axial (todos cumplieron con el mínimo de 35 kg/cm²), pero el 1% alcanzó el máximo con 46.84 kg/cm². Adicionalmente, con el 1% se obtuvo la mejor densidad 1.57 kg/cm³, la mejor absorción con 20.11%, variación dimensional por debajo del 40% y menor alabeo que la muestra patrón. Concluyó que con la adición de la ceniza de tallo de algodón se mejoraron las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos.

Rodríguez (2021) desarrolló un estudio con el objetivo de investigar el efecto de la adición de ceniza de tallo de maíz en distintas propiedades de ladrillos de concreto en Lima. Este estudio fue cuantitativo, experimental y aplicado donde se utilizó la estrategia de la observación de datos, con el empleo de una ficha de recojo de valores y se aplicaron dosis de cenizas de tallo de maíz de 5%, 10% y 15%. Los resultados reflejaron que con las dosis de 5% y 10% se cumple con el nivel de resistencia; igual que con la compresión axial de pilas, obteniendo un incremento de más de 25% de resistencia y se obtuvo una reducción de la compresión diagonal del murete de 15%. Concluyó que con la adición de la ceniza de tallo de maíz se mejoraron las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos.

Por su parte, desde el contexto local se tienen los trabajos de Martínez y Rojas (2022), quienes evaluaron cómo influye la ceniza de paja de trigo y botella de plástico reciclado en el comportamiento del ladrillo. Este estudio fue cuantitativo, experimental y aplicado donde se utilizó la estrategia de la observación para la recopilación de datos, con el empleo de una ficha de recojo de valores y se aplicaron dosis de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza y de 3%, 5% y 8% de PET. Todas las muestras arrojaron variación dimensional dentro de los límites

permitidos y alabeo inferior a 8 mm; además, la adición de ceniza eleva la densidad, mientras que la del PET, la reduce. La adición de 5% de ceniza genera la mayor compresión, al igual que la del 8% PET, pero la adición de ceniza de paja de trigo exhibió mejores resultados que la inclusión de PET. Concluyó que la incorporación de ceniza de paja de trigo incidió mejor en la resistencia a la compresión del ladrillo, pero su comportamiento va decreciendo a adiciones mayores.

Paz y Ore (2022) estudiaron la influencia de las propiedades del mortero al incorporar cenizas de cola de caballo (CCC) y hojas de espino (CHE) para muros portantes. Este estudio fue cuantitativo, experimental y aplicado donde se utilizó la estrategia de la observación para la recopilación de datos, con el empleo de una ficha de recojo de valores y se aplicaron combinaciones de 5%, 7%, 9% y 11% con respecto al cemento. Los resultados reflejan que la resistencia a la compresión alcanzó su óptimo con la adición del 9% de CCC y 7% de CHE con valores de 240.4 kg/cm² y 243.5 kg/cm², respectivamente, también se apreció una mejora en la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos con 9% de CCC y un valor de 83.6 kg/cm² y de 7% de CHE con valor de 86.8 kg/cm². Por ello, se concluye que la incorporación de CCC y CHE optimizan las características físicas y mecánicas de este material.

Palacios (2021) desarrolló un estudio para evaluar cómo la agregación de ceniza de coronta y de nuez mejora la resistencia a compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² en Ayacucho 2021. Este estudio fue cuantitativo, experimental y aplicado donde se utilizó la estrategia de la observación para la recopilación de datos, con el empleo de una ficha de recojo de valores y se aplicaron combinaciones de dosis de 0.3%, 0.6% y 0.9% de ambas cenizas. Con la adición de ambas cenizas se logra una resistencia superior a la requerida; en este caso, $f'_{cr}=294$ kg/cm²; además, se lograron resultados óptimos en la trabajabilidad e incremento del peso unitario al compararlo con la muestra patrón. Así, concluye que la

ceniza de coronta y de nuez mejoran las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210$ kg/cm².

Comenzando con las conceptualizaciones teóricas que va a sustentar el presente estudio, se tiene a la cabuya, que es una planta perteneciente al género *Furcraea* Vent y que asociado a la familia Asparagaceae (constituido por aproximadamente veinte especies de plantas), las cuales se localizan a lo largo de los Andes sudamericanos, que va desde Colombia hasta Argentina. De esta manera, la *furcraea* andina Trel. (cabuya), que básicamente es considerada una planta oriunda de los Andes y que en buena medida son cultivadas en áreas que comprenden los 1,000 a 3,500 m s.n.m., sobre todo en ecosistemas xerófilos como la estepa espinosa (Aguirre et al., 2023), y aunado a esto es una especie resistente a las sequías, y se adapta fácilmente a distintos climas y tipos de suelos (Montufar y Remache, 2021).

La cabuya es una planta de gran tallo que se extiende de 2 a 7 m, tiene gran cantidad de hojas verdes de modo radial largas (1 a 3 m) angostas (10 a 20 cm) carnosas, puntiagudas anclado y dentado espinosas. Hay unas variedades que tienen estrías de aproximadamente 3 mm de largo, su flor es blanquecina verdosa y su semilla germina al caer del suelo (Ordoñez et al., 2019).

En muchas ocasiones la cabuya o también denominada fique, comienza su ciclo productivo a los 4 años aproximadamente desde semilla asexual, y va a estar sujeto a las condiciones agroclimáticas del área y del manejo agronómico que se lleve a cabo. A su vez, los rendimientos más elevados van a obtenerse al momento de que las plantas superen la edad de 6 años y su vida útil puede estar comprendida entre los 12 a 20 años. Por otro lado, se puede considerar que el rendimiento de la fibra de la cabuya va a depender de ciertos factores como: la cantidad de plantas por hectárea, la cantidad de hojas maduras que se encuentren en cada planta, el peso medio de hojas frescas y la proporción de fibra que se extrae (Ortiz-González et al., 2021).

En la actualidad se ha evidenciado una gran diversidad de especies de fibras naturales amazónicas que contribuyen a alcanzar un rendimiento similar al de los materiales tradicionales como refuerzos en compuestos a base de cemento (Rodrigues da Silva et al., 2023). Ante esta última consideración, Syed et al. (2020) coinciden en señalar sobre la existencia de un conjunto de fibras naturales que son obtenidas a través de plantas, animales o procesos geológicos, y justamente las de naturaleza vegetal se muestran como un material sustituto del acero y/o fibras sintéticas en la conformación de compuestos, destinadas a elevar la resistencia del concreto.

Parte de los atributos inherentes a estas fibras naturales, son precisamente la suavidad que presentan, el bajo nivel de agresividad y toxicidad, la biodegradabilidad, los bajos costos asociados y el reducido consumo energético en producción, los niveles apropiados de aislamiento térmico y acústico, y la baja conductividad térmica; aparte de que algunas de estas fibras logran desarrollarse naturalmente en algunas diversas regiones, otras son cultivadas como actividad agrícola y algunas proceden de residuos que se extraen de la agroindustria (Rodrigues da Silva et al., 2023).

Dentro de este universo de plantas, las pertenecientes al género *Furcraea* (como la cabuya) se caracterizan por su amplia utilización en actividades económicas, ya que al ser productoras de fibras son empleadas en la confección de productos artesanales, vestuarios o empaques. Aunado a ello, se ha evidenciado un conjunto de potencialidades económicas en la fabricación de fungicidas, insecticidas, herbicidas, y en el sector de la construcción sirve como factor que incrementa la durabilidad y resistencia de materiales como el hormigón (Murillo-Serna et al., 2018).

De esta forma, son múltiples los usos que se desprenden de la planta de cabuya, y es así como pueden ser aprovechados todas sus partes, incluyendo la bráctea, que esencialmente; representa una hoja de cuya axila emerge una flor o un eje floral. En este sentido, esta bráctea

es una hoja modificada en su forma, tamaño y color y se ubica alrededor de las flores o inflorescencias, por lo que es comprensible que por su elevado colorido puedan ser confundidas con los pétalos (Aramendy, 2011).

Al respecto, Omil (2007) indica que la quema de las partes de la cabuya (incluyendo la bráctea) y las hojas secas van a generar ciertos residuos denominados cenizas, los cuales poseen propiedades que conllevan al mejoramiento del concreto, dado que están conformados por propiedades como; el fósforo, sílice, magnesio y potasio.

Bajo este planteamiento, la NTP 334090 (2011) estipula que las cenizas puzolánicas compuestas por materiales con elevado grado de silíceo o aluminio – silíceo, son capaces de reaccionar con la cal en contacto con el agua, y así generar productos con ciertas características cementosas. En buena medida, las puzolanas de procedencia agrícolas e industriales van a representar la alternativa de mayor viabilidad para desarrollar de manera sustentable el ligante del cemento (Albiajawi et al., 2022).

De acuerdo con estos últimos autores la actividad puzolánica de las fibras y otros residuos provenientes de la agricultura pueden mejorarse a partir de un tratamiento físico, en el cual se procede a optimizar la finura de las partículas de los residuos mediante el proceso de molienda, y por otra parte se tiene a un tratamiento químico en el que se hace uso de ciertas concentraciones de ácidos para mejorar la reactividad puzolánica.

Ante este particular, Silva et al. (2020) concuerdan en señalar que parte de las nuevas tendencias en el sector construcción apuntan a la producción de materiales puzolánicos, que se distinguen por poseer un elevado contenido de alúmina y sílice, y que pueden ser incorporados al concreto para optimizar el rendimiento. Es así, como ciertos subproductos industriales como las cenizas volantes del carbón, la escoria granulada molida de alto horno, la ceniza de cáscara de arroz, y otras cenizas de productos naturales pueden servir como materias primas destinadas a la optimización de las características del concreto.

Al hacer referencia a la adición de algún tipo de material sobre otros, es necesario tomar en cuenta algunos factores, como es el caso de la dosificación, la granulometría, la temperatura y el tiempo de calcinación.

La dosificación no es más que el peso o participación de reemplazo de la fibra vegetal (en cenizas y otros elementos) con respecto al estabilizante químico (como la cal o el cemento), lo cual se pretende realizar debido a que los costos y disponibilidad del producto no es el más apropiado, y a su vez se requiere el aprovechamiento de otra serie de aditivos que se pueden encontrar espontáneamente en la naturaleza y son reconocidos por presentar un bajo nivel de contaminación (Núñez et al., 2019).

La granulometría se refiere a la composición, en porcentaje, de los diferentes tamaños de agregados presentes en una muestra. Dicha magnitud es señalada de mayor a menor tamaño, por una cantidad que significa, en peso, la proporción parcial de cada dimensión de material que pudo pasar o en su defecto se retuvo en los diversos tamices que son empleados de forma obligatoria en las mediciones (Toirac, 2012).

La temperatura de calcinación va a representar la magnitud de calor al cual está expuesto un material determinado para tratar de cambiar sus características, y puede constituir un factor fundamental al momento de obtener un material puzolánico óptimo (Nasir et al., 2019).

El tiempo de calcinación va a referirse al periodo en que un determinado material es calentado a una temperatura alta en función de ocasionar modificaciones en sus propiedades (Nasir et al., 2019).

En otro orden de ideas se procede a describir algunos elementos que son propios de la albañilería, y que en buena medida deben ser abordados para lograr la comprensión de la temática. De esta manera, la NTP 0.70 (2019) establece que la unidad de albañilería va a estar conformados por ladrillos y bloques, cuya fabricación va a requerir de ciertas materias

primas como la arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. De igual modo, realiza una distinción entre lo que es un ladrillo y un bloque, y básicamente la diferencia radica en que por las condiciones de peso y dimensión del primero puede ser manipulado por una sola mano, mientras que en el caso del bloque se necesitan de las dos manos.

Otra consideración importante que se desprende de la citada NTP 0.70 (2019), tiene que ver con que las unidades de albañilería de concreto deben ser usadas posterior a la consecución de la resistencia especificada y su estabilidad volumétrica, haciendo énfasis en que, para las situaciones de unidades curadas con agua, se debe considerar un plazo mínimo de utilización de 28 días.

Antes de seguir con la explicación resulta prudente definir al concreto, Jaimes et al. (2020), éste es un material que se compone de agua, cemento, arena y otros agregados. Al mismo tiempo, se debe distinguir la diferencia que tiene con el hormigón, en el sentido de que este último reúne todos los elementos que conforman al concreto, pero tiene la particularidad de que debe añadirsele cantidades de piedras.

Al respecto, la NTP 0.60 (2019) define al cemento como un material pulverizado que al añadirse a cierta cantidad de agua compone una pasta aglomerante que logra endurecerse, bien sea que se encuentre bajo el agua como a nivel del aire.

Los agregados constituyen materiales de origen granular que son empleados en la construcción de diversas estructuras. En este sentido, las propiedades de los agregados en función a su forma, textura y gradación van a incidir en la trabajabilidad y otras condiciones del concreto fresco y puede afectar los niveles de resistencia, densidad y cuánto dura el concreto al adoptar un estado sólido (León y Ramirez, 2010).

Por su parte, la NTP 0.60 (2019) contempla que el agua es el líquido que se emplea en la preparación y curado del concreto, para lo cual deberá contar con un nivel de potabilidad

adecuado (especificado en la NTP 339.088:2014) y debe estar libre de impurezas y otros agentes perjudiciales como el aceite, ácidos, álcalis, sales, entre otras.

Entre los tipos de concreto, la NTP 0.60 (2019) clasifica el concreto en diferentes tipos, a saber:

- Concreto estructural: es aquel concreto que se emplea en la fabricación de estructuras, y que engloba al concreto simple y al armado.
- Concreto armado: es un tipo de concreto reforzado con ciertas cantidades de acero.
- Concreto simple: Es aquel concreto que no presenta armadura de refuerzos o se distingue por tener una cantidad menor de refuerzo que lo establecido para el concreto armado.
- Concreto liviano: Es un tipo de concreto que posee agregados livianos, y se caracteriza por tener un peso de entre los 1450 y 1850 kg/m³.
- Concreto de peso normal: Constituye un concreto cuyo peso se encuentra en los 2300 Kg/m³.
- Concreto Ciclópeo: Es un concreto simple al que se le añaden piedras grandes.
- Concreto de Cascote: Representa un tipo de concreto compuesto por cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y una dosificación de agua.

En lo particular, se tiene que los materiales como el concreto se distinguen por poseer un conjunto de propiedades, y dentro de ellas las físicas y mecánicas son primordiales. De esta manera, se tiene que las propiedades físicas se refieren a los atributos asociados a los materiales que logran afectar de cualquier manera la apreciación de los sentidos (entre ellos el color, peso, volumen, etc.), o que pueden delimitar la conducta del material ante sucesos físicos como los eléctricos, magnéticos o térmico (De Posada et al., 2023).

Entre las características físicas más relevantes para el concreto, se pueden nombrar las siguientes:

- Absorción: Es la proporción de agua que es retenida en una unidad de albañilería al proceder a la inmersión en el agua por un periodo de 24 horas (NTP 339604, 2002).
- Densidad: Es una proporción que representa la cantidad de masa de un material entre la cantidad de volumen de esta (NTP 339604, 2002).
- Alabeo: Son las malformaciones que puede presentar una unidad de albañilería en relación con su convexidad y concavidad (NTP 399613, 2005).
- Variación dimensional: son las deformaciones que experimenta la unidad de albañilería ante modificaciones de humedad y/o temperatura (NTP 399613, 2005).

Para De Posada et al. (2023), las propiedades mecánicas van a corresponder a la capacidad que obtiene un material (como el concreto) de poder soportar diferentes cargas.

Dentro de las propiedades mecánicas más importantes, se tiene a:

- Resistencia a la comprensión: Es la vinculación existente entre la carga ejercida y la sección bruta (NTP 399601, 2016).
- Resistencia a la compresión en pilas: Es la resistencia que ofrece dos o más hileras de ladrillos juntas por una capa de mortero a un esfuerzo triaxial, la misma es estimada al dividir la carga de rotura entre el área impactada, y posteriormente se multiplica por el coeficiente de esbeltez (NTP 0.70, 2019).

En lo correspondiente a la relevancia que tiene el concreto en el sector de la construcción, Jaimes et al. (2020) plantea que esto se debe al hecho de presentar diferentes capacidades y propiedades que conlleva a posicionarlo como un componente primordial en la construcción de estructuras, al poder brindar una resistencia elevada a las fuerzas de compresión, y a su vez exhibe una resistencia moderada a la flexión y a la tracción; vale decir, a la acción de doblarse y estirarse, por lo que en algunas oportunidades es conveniente combinar con materiales que tengan un mayor nivel de ductilidad y resistencia.

Al respecto, Siddique et al. (2020) coinciden en señalar que el progreso en la tecnología del concreto en los últimos años se enfoca usualmente en el mejoramiento de la resistencia y la durabilidad de este material en la fabricación de las nuevas estructuras. No obstante, es fundamental que a la par de estos avances se pueda trabajar en la sostenibilidad de la construcción del concreto al poder reutilizar ciertos materiales naturales que son desechados permanentemente.

En lo concerniente a los ladrillos de concreto, la NTP 399601 (2016) define al ladrillo de concreto macizo como aquella unidad de albañilería que posee una sección neta, en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento, lo cual es equivalente al 75 % o más de la sección bruta estimada en el mismo plano.

Por otro lado, esta última disposición contempla que los ladrillos de concreto pueden clasificarse como tipo 24, tipo 17, tipo 14 y tipo 10.

Cabe destacar, que estos tipos de ladrillos de concreto son aplicables a unidades de revestimiento de gran tamaño de ladrillo y enchapes de concreto macizo, por lo que según la citada NTP 399.601 (2016), las máximas dimensiones de los ladrillos de concreto serán menores de 120 mm. (Ancho), 290 mm. (Largo) y 190 mm. (Largo).

Otra consideración importante radica en el hecho de establecer las clases de unidades de albañilería para fines estructurales, y es que según la NTP 0.70 (2019), van desde las más bajas en resistencia y durabilidad (tipo I) hasta las más elevadas (tipo V).

Otro elemento que merece ser considerado es lo referente a los muros portantes y no portantes. En el caso del primero, son aquellos muros que actúan como divisores en los diferentes espacios, y al mismo tiempo logran soportar la carga de la estructura, mientras que los muros no portantes cumplen la función de dividir los espacios interiores de una estructura, más no soportan la carga; es el caso de las paredes estáticas que son

construidas sobre las paredes existentes en el espacio o elementos móviles que pueden deslizarse sobre rieles o ruedan sobre ruedas (Pitroda et al., 2016).

II. METODOLOGÍA

2.1 Enfoque, tipo

La investigación fue de enfoque cuantitativo, conllevando a que la variable se estimó y se generaron valores numéricos para caracterizarlas, además se aplicó el **método deductivo**, por lo que se ahondo desde las generalidades hacia los aspectos más específicos, al respecto Hernández y Mendoza (2018) señala que este método permite comprender los fenómenos desde un punto de vista secuencial y sistemático, atendiendo a cada una de sus propiedades.

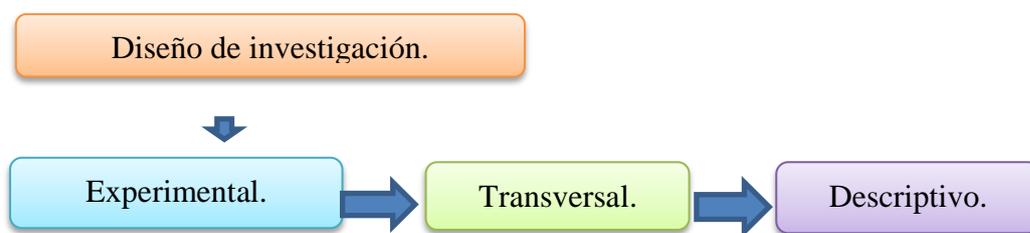
También fue un tipo aplicada, que radica en aplicar o utilizar lo aprendido para desarrollar un cambio en la realidad, como también consiste en la aplicación inmediata de los resultados, se utilizó la NTP E.070 con los cuales son de gran importancia para poder dar alternativa de realizar los ladrillos macizos de concreto, reduciendo sus fallas en los componentes del ladrillo macizo, o si cumplen su rol (Arias y Corvinos, 2021).

2.2 Diseño

El diseño fue **experimental** que abarca una orientación hacia dar una respuesta al problema con el cambio o adecuación de una variable o un grupo de ellas; así el estudio comprende la verificación de resistencia de ladrillo macizo de concreto agregando ceniza de bráctea en $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para muros portantes (Arias y Corvinos, 2021).

Figura 1

Diseño de la investigación



ESTUDIO	T
M	O

Nota. M: Muestra y O: Observación de la muestra en un solo periodo.
Fuente: Elaboración propia (2023).

2.3 Población, muestra y muestreo

Según Saavedra (2017), la población es el agregado de unidades de exploración que van desde sujetos hasta eventos. En esta investigación la población de estudio estuvo conformada por 60 ladrillos macizos de concreto con incorporación de ceniza de bráctea $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para muros portantes de 5%, 8% y 10%.

De acuerdo con este último autor, los elementos que componen de una muestra deben ser elegidos siguiendo principios de representatividad; por lo tanto, la muestra que se tomó en esta investigación de verificación de resistencia de ladrillo macizo de concreto agregando ceniza de bráctea en $F_c=175\text{kg/cm}^2$ para muros portantes, la medida de las muestras serán 60 ladrillos 23cm x 12cm x 9cm.

2.4 Técnicas e instrumentos de recojo de datos

Según Carhuancho et al. (2019), estas técnicas describen herramientas que se emplean rigurosamente para obtener datos de las variables de la indagación. Las técnicas que se utilizaron para la recogida de información fue la observación, en la cual el propio actuó

participó directamente en la comprensión del fenómeno, para así mismo tomar la información correcta sin causar alteraciones en los resultados obtenidos.

Los instrumentos empleados fueron: las fichas de registros de datos; así como los ensayos de laboratorio: de alabeo, de absorción, de densidad y a la resistencia. A continuación, se indican los equipos que se utilizaron en el laboratorio de concreto para realizar los experimentos y para lo cual se requirieron de equipos de tecnología avanzada para obtener los diseños de mezcla que contempló la presente investigación de tesis, y se realizó de acuerdo con la norma técnica correspondiente.

- Balanza para medir el peso de los testigos a estudiar.
- Tamiz de acuerdo al estudio a realizar.
- Trompo.
- Picnómetro.
- El cono de Abrams.
- Moldes con medidas.
- Prensa hidráulica.
- Picnómetro.
- Acero de 5/8 y longitud de 0.60 m.

Los pasos empleados fueron:

- Recolección de bráctea, conforme se detalla en las fotos del Anexo 6, punto 6.1.
- Diseño de mezclas, conforme se detalla en las fotos del Anexo 6, punto 6.2.
- Peso y medida del ladrillo, conforme se detalla en las fotos del Anexo 6, punto 6.3.
- Ensayos, conforme se detalla en las fotos del Anexo 6, punto 6.4. (alabeo), 6.5. (absorción) y 6.6 (resistencia a la compresión).

2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de la información

El procesamiento de los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio se realizó registrando la información en las fichas de registro de datos y luego, llevarlos a una base de datos en Excel para su análisis. Asimismo, se hizo uso de estadígrafos descriptivos e inferenciales por ser una investigación de tipo por diseño experimental que se expusieron en tablas y gráficos. Se aplicó la prueba de ANOVA para el contraste de hipótesis al 5% de significancia.

2.6 Aspectos éticos en la investigación

La investigación se basó en aplicar los principios éticos, que representan valores y directrices que permiten conducir el estudio de manera objetiva, responsable y adecuada para las exigencias de la sociedad.

Protección a las personas.

En ningún caso, se ha expuesto a los participantes e involucrados a riesgos de cualquier clasificación, asegurándose su integridad física a cabalidad.

Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.

Se han establecido los pasos con apego al cuidado del medioambiente, siendo social y ambientalmente responsable y amigable con cada elemento de la naturaleza.

Libre participación y derecho a estar informado.

Cada sujeto involucrado fue autónomo en decidir su participación o no y el investigador le informó cada aspecto del estudio en todas las fases.

Beneficencia no maleficencia.

El estudio busca mejorar las condiciones de la realidad estudiada; por lo que se fundamenta en brindar soluciones. Además, en ningún momento, se genera alguna afectación sobre las personas.

Justicia.

No se aplicaron prácticas que privilegiarán a un grupo sobre otro y todo fue analizado equitativamente y con respeto a la diversidad de opiniones.

Integridad científica.

Los resultados del estudio se obtuvieron con calificación objetivo, sin generar conflictos con otras partes y con autoría propia.

III. RESULTADOS

Tabla 1

Ensayos de la resistencia a la compresión del ladrillo a los 7, 14 y 28 días.

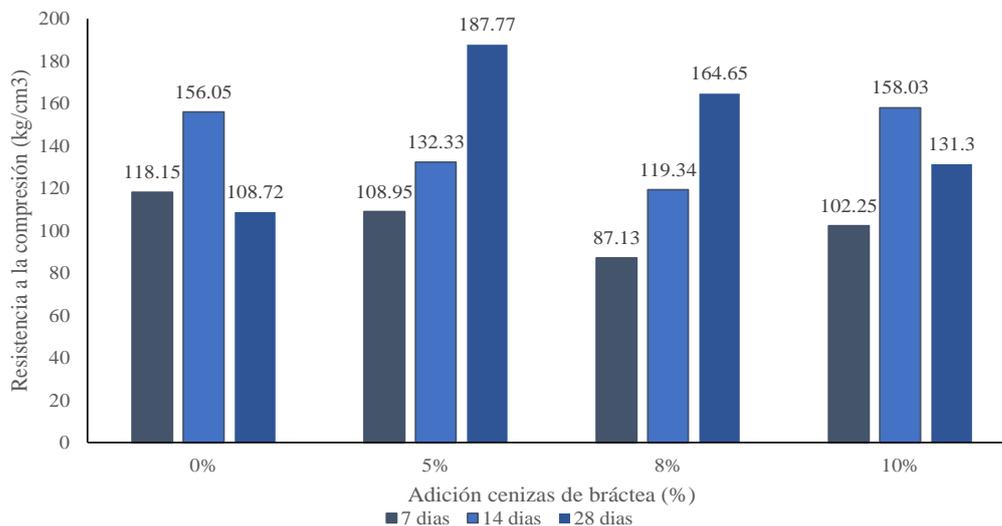
Días de curado % de adición de cenizas de bráctea de cabuya	7 días	14 días	28 días
	En Kg/cm ³	En Kg/cm ³	En Kg/cm ³
0%	118.15	156.05	108.72
5%	108.95	132.33	187.77
8%	87.13	119.34	164.65
10%	102.25	158.03	131.30

Nota: Datos obtenidos de resistencia a la compresión de 0%,5%,8% y 10%.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 2

Resultados de la resistencia a la compresión del ladrillo a los 7, 14 y 28 días.



Nota: Resistencia a compresión en gráficos de acuerdo a su porcentaje de ceniza.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Tal como se detalla en la figura 2, la resistencia a la compresión de la muestra patrón presenta un valor de 118.15 Kg/cm³ y al agregarse proporciones de 5%, 8% y 10% de CBC los resultados fueron de 108.95 Kg/cm³, 87.13 Kg/cm³ y 102.25 Kg/cm³ respectivamente. De esta forma, se tiene que a los 7 días de curado se produjo una disminución de 9.24%,

26.12% y 13.02% respecto al patrón, siendo la mejor dosificación la correspondiente a 5% de CBC.

En la propia figura 2 se observa que la resistencia a la compresión de la muestra patrón registra un valor de 156.05 Kg/cm³ a los 14 días, en tanto que al añadirse dosis de 5%, 8% y 10% de CBC se obtuvieron medidas de 132.33 Kg/cm³, 119.04 Kg/cm³ y 158.03 Kg/cm³ respectivamente. En tal sentido, se evidenció que a los 14 días de curado se generó una reducción de 15.20% y 23.52% al incorporar las dos primeras proporciones, mientras que al añadir una dosis de 10% de CBC se incrementó en 0.11%, por lo que la dosificación óptima para la resistencia a la compresión a esta edad estuvo dada por esta última. Asimismo, en la mencionada figura se detalla que la resistencia a la compresión exhibe un valor para la muestra patrón de 108.72 Kg/cm³ a los 28 días, en tanto que al incorporar proporciones de 5%, 8% y 10% de CBC se registraron medidas de 187.77 Kg/cm³, 164.55 Kg/cm³ y 131.30 Kg/cm³ respectivamente. Al respecto, se tiene que a los 28 días de curado se produjo un incremento de 73.16%, 51.03% y 20.01% en comparación al patrón, evidenciando que la dosificación óptima estuvo a cargo de la proporción de 5% de CBC.

Tabla 2

Ensayos de la variación dimensional al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC

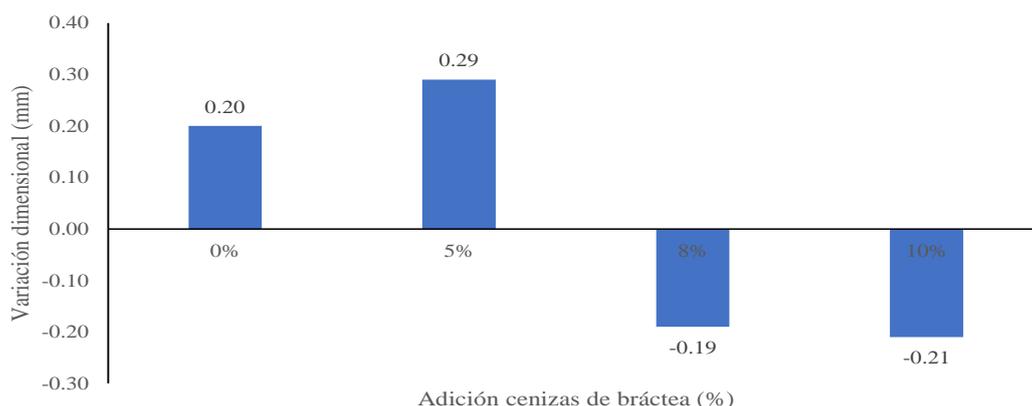
% de adición de cenizas de bráctea	L	H	A	Variación dimensional promedio En mm
0%	0.35	-0.37	0.61	0.20
5%	0.33	1.06	-0.52	0.29
8%	0.18	-0.62	-0.12	-0.19
10%	0.10	-0.29	-0.42	-0.21

Nota: Datos de variación dimensional de muestras realizadas adicionando ceniza de bráctea en 0%,5%,8% y 10%.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 3

Resultados de la variación dimensional al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC.



Nota: Promedio de variación dimensional el incremento al 5% y al agregar 8% disminuye en un 195%.

Fuente: Elaboración propia (2023).

De acuerdo a lo observado en la figura 3, se tiene que la variación dimensional promedio para el patrón fue de 0.20 mm, en tanto que al agregar una proporción de 5% de CBC se incrementó en 45% (0.29 mm), mientras que al incorporar una dosificación de 8% de CBC disminuyó en 195% (-0.19 mm), y en última instancia al agregar un 10% de CBC se obtuvo una disminución de 205% (-0.21 mm) con respecto al patrón, lo que confirma que las mejores dimensiones fueron obtenidas al incorporar una proporción de 5% de CBC.

Tabla 3

Ensayos del alabeo del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC

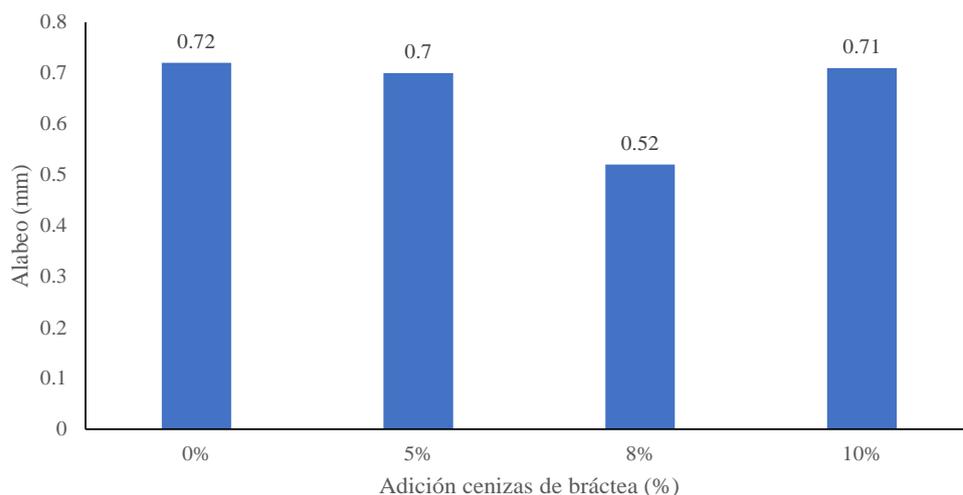
% de adición de cenizas de bráctea	Concavidad En mm	Convexidad En mm	Promedio de alabeo En mm
0%	0.79	0.65	0.72
5%	0.64	0.75	0.70
8%	0.47	0.57	0.52
10%	0.64	0.78	0.71

Nota: Resultados de concavidad y convexidad en el ensayo de alabeo.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 4

Resultados del alabeo del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC.



Nota: Muestra de grafico en ensayo de alabeo del ladrillo macizo de concreto.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Según lo expuesto en la figura 4 se verifica que para la muestra patrón el alabeo promedio registró un valor de 0.72 mm y adicionar un 5% de CBC se redujo en 0.31% (0.70 mm), en tanto que al incorporar una dosificación de 8% disminuyó en 28.14% (0.52 mm) y al agregarle un 10% de CBC se redujo en 0.1% (0.71 mm) con respecto al patrón, constatándose en consecuencia la disminución sustancial en la dosificación del 8% de CBC.

Tabla 4

Ensayos de la absorción del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC

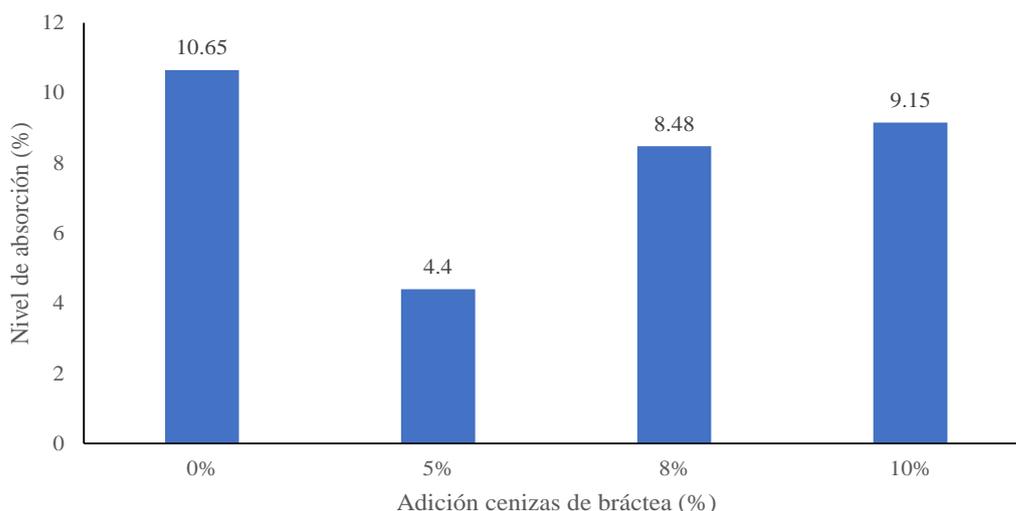
% de adición de cenizas de bráctea	Nivel de absorción en %	Desviación estándar	Coefficiente de variación
0%	10.65	0.79	0.07
5%	4.40	2.34	0.53
8%	8.48	4.33	0.51
10%	9.15	3.65	0.40

Nota: Resultado de nivel de absorción en %, desviación estándar y coeficiente de variación en ladrillo macizo de concreto adicionando ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 5

Resultados de la absorción del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC



Nota: Gráfico de absorción en 0%, 5%, 8% y 10%.

Fuente: Elaboración propia (2023).

En función a lo contemplado en la figura 5, el patrón de la absorción del ladrillo presentó un valor de 10.65% y al adicionar proporciones de 5% de CBC se produjo una disminución con respecto al patrón de 6.25%, mientras que para la dosificación de 8% de CBC se percibió una disminución de 2.17% y al añadir una dosificación de 10% de CBC se obtuvo un decremento de 1.50% con relación al patrón, verificándose que el menor nivel de absorción se registró al añadir un 5% de CBC.

Tabla 5

Ensayos de la densidad del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC

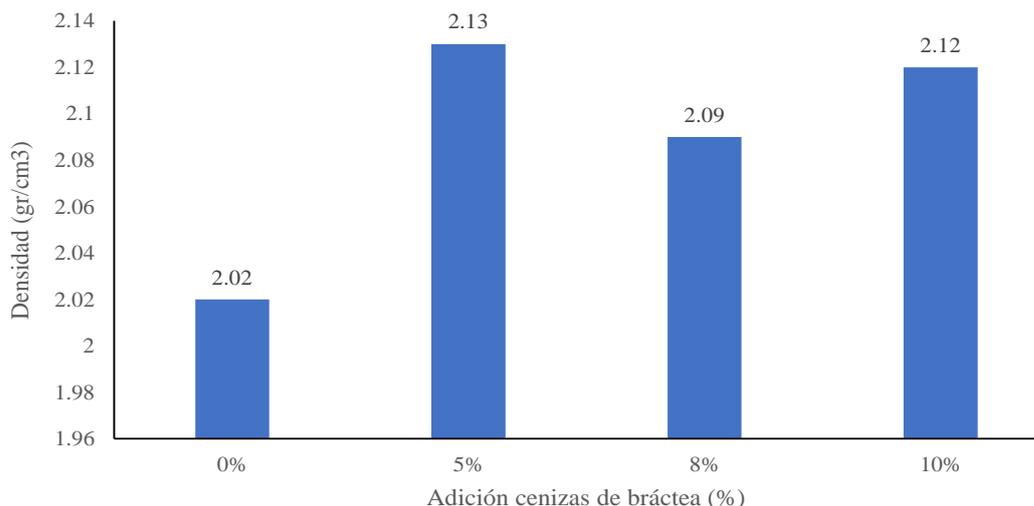
% de adición de cenizas de bráctea de cabuya	Densidad en gr/cm ³	Desviación estándar	Coefficiente de variación
0%	2.02	0.01	0.00
5%	2.13	0.05	1.00
8%	2.09	0.01	0.01
10%	2.12	0.04	0.01

Nota: Gráfico de absorción en 0%, 5%, 8% y 10%.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 6

Resultados de la densidad del ladrillo al adicionar 0%, 5%, 8% y 10% de CBC



Nota: Gráfico de densidad al adicionar ceniza de bráctea al ladrillo macizo de concreto en 0%, 5%, 8% y 10%.

Fuente: Elaboración propia (2023).

De acuerdo con lo observado en la figura 6, el patrón de la densidad del ladrillo obtuvo un valor de 2.02 gr/cm³ y al adicionar proporciones de 5% de CBC se incrementó con respecto al patrón en 5.20% (2.13 gr/cm³), para la dosificación de 8% de CBC se apreció un incremento de 3.14% (2.09 gr/cm³), en tanto que al añadir una dosificación de 10% de CBC se evidenció un incremento de 5.14% (2.12 gr/cm³) con relación al patrón, verificándose que la mayor densidad se registró al añadir un 5% de CBC.

Tabla 6

Ensayos de la resistencia a la compresión en pila a los 7, 14 y 28 días.

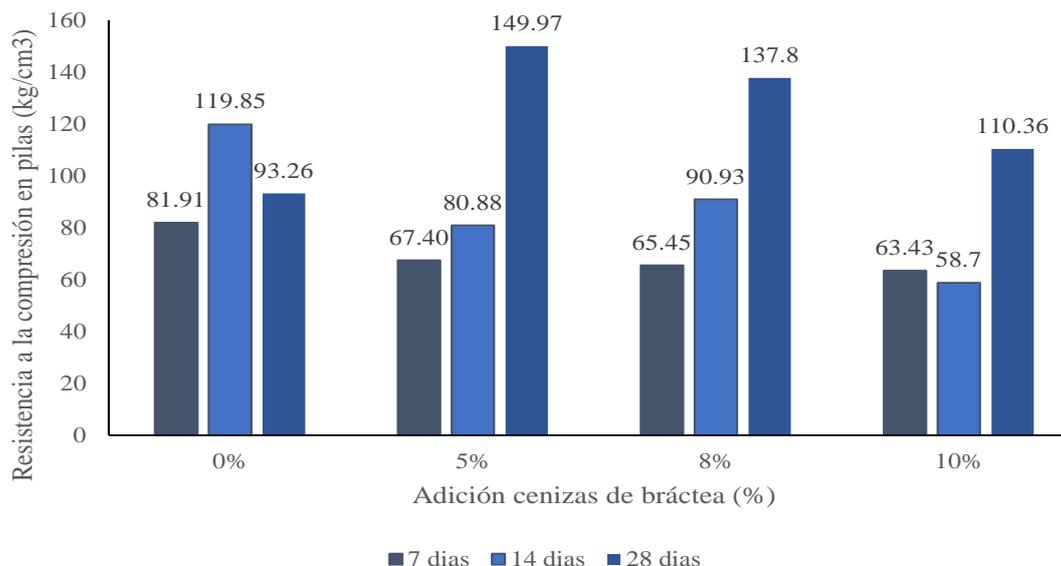
Días de curado	7 días En Kg/cm ³	14 días En Kg/cm ³	28 días En Kg/cm ³
% de adición de cenizas de bráctea			
0%	81.91	119.85	93.26
5%	67.40	80.88	149.97
8%	65.45	90.93	137.80
10%	63.43	58.70	110.36

Nota: Resultado a resistencia a compresión en pila a los 7,14,28 días.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 7

Resultados de la resistencia a la compresión en pila a los 7, 14 y 28 días.



Nota: Gráfico demostrativo a resistencia a compresión en pilas a los 7,14,28 días.
Fuente: Elaboración propia (2023).

En función a lo detallado en la figura 7, la resistencia a la compresión en pilas a los 7 días de la muestra patrón registra un valor de 81.91 Kg/cm³ y al agregarse proporciones de 5%, 8% y 10% de CBC los resultados fueron de 67.40 Kg/cm³, 65.45 Kg/cm³ y 63.43 Kg/cm³ respectivamente. En consecuencia, se aprecia que a los 7 días de curado se generó una disminución de 18.04%, 20.17% y 23.30% respecto al patrón, siendo la mejor dosificación la correspondiente a 5% de CBC.

De igual manera, en la misma figura 7 se evidencia que la resistencia a la compresión en pila se registra un valor en la muestra patrón de 119.85 Kg/cm³, en tanto que al añadirse dosis de 5%, 8% y 10% de CBC se obtuvieron medidas de 80.88 Kg/cm³, 90.93 Kg/cm³ y 58.70 Kg/cm³ respectivamente. Asimismo, se tiene que a los 14 días de curado se generó una disminución de 33.61%, 24.08% y 51.34% al incorporar las dosis progresivas de CBC, teniendo que la dosificación óptima para la resistencia a la compresión en pila estuvo sujeta a la de 8% de este material.

Cabe destacar, que en la citada figura se aprecia que la resistencia a la compresión en pila exhibe un valor para la muestra patrón de 93.26 Kg/cm³ a los 28 días, en tanto que al incorporar proporciones de 5%, 8% y 10% de CBC se registraron medidas de 149.97 Kg/cm³, 137.80 Kg/cm³ y 110.36 Kg/cm³ respectivamente. En este sentido, se tiene que a los 28 días de curado se tuvo un incremento de 60.78%, 48.16% y 18.27% con relación al patrón, teniéndose que la dosificación óptima estuvo a cargo de la proporción de 5% de CBC.

IV. DISCUSIÓN

En lo concerniente a la resistencia a la compresión de los ladrillos macizos de concreto a los 28 días de curado se registraron valores de 187.77 Kg/cm³, 164.55 Kg/cm³ y 131.30 Kg/cm³ al agregar dosificaciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya, cumpliéndose con los parámetros establecidos en la NTP 0.70 y en las NTP 399.613 y 399.604. En consecuencia, el mejor valor obtenido estuvo a cargo de una adición del 5% de CBC y aunado a esto, los resultados estadísticos evidenciaron diferencias significativas al obtenerse valores en la prueba ANOVA de $F = 23.665$ ($p = 0.000$).

Estos hallazgos son similares a los registrados por Indhiradevi et al. (2021), quienes constataron un incremento en la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto al añadir un 15% de ceniza de madera y al agregar un 5% de ceniza de estiércol de vaca, mientras que en el estudio de Hidalgo et al. (2021) se comprobó el incremento en la resistencia a la compresión al adicionar proporciones de 15% y 30% de ceniza de tallo de arroz. No obstante, discrepan de los hallazgos encontrados por Adnan et al. (2023) al corroborar la disminución en la resistencia a la compresión al incorporar una dosis máxima de 10% de cenizas de bambú en el ladrillo de concreto.

En segundo término, se comprobó que la variación dimensional de los ladrillos macizos de concreto registró valores promedios de 0.29 mm, -0.19 mm y -0.21 mm al agregar proporciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya, en tal sentido se tuvo que se cumplió con las dimensiones establecidas en la NTP 0.60 y las NTP 399.613 y 399.604.

Al efectuar una comparación con los hallazgos encontrados en los estudios previos que sustentaron la investigación, se tiene que en una apreciación similar fue hallada por Sandoval y Huamán (2021), quienes constataron que solamente la adición de 10% de ceniza de cáscaras de café en el ladrillo pudo cumplir con el coeficiente de variabilidad, mientras que Chuquimamani (2021) en un estudio experimental evidenció que la adición de 1% de cenizas

de tallo de algodón pudo obtener un variación dimensional en el ladrillo de concreto óptima. Asimismo, en la investigación de Martínez y Rojas (2022) se pudo constatar que la incorporación de diversas dosis de ceniza de paja de trigo y botella de plástico reciclado conllevó a la obtención de variación dimensional dentro de los límites permitidos.

En tercera instancia, se tuvo valores promedios de alabeo de 0.70 mm, 0.52 mm y 0.71 mm al agregarles proporciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya, verificando el cumplimiento de la NTP 0.70 en virtud de que ninguna de las medidas de concavidad y convexidad superaron los ± 4 mm y, al mismo tiempo, se observó que la mayor disminución se produjo al agregar un 8% de CBC; sin embargo, no se constató diferencias significativas en la adición del CBC al obtenerse un valor $F = 1.063$ ($p = 0.383$).

Tales resultados se corresponden con los determinados por Rodríguez (2021), al constatar que la adición de 5% y 10% de cenizas de tallo de maíz mejoran el alabeo del ladrillo de concreto, en tanto que en la investigación de Chuquimamani (2021) se corroboró que la incorporación de 1% de ceniza de tallo de algodón pueden mejorar el alabeo del ladrillo de concreto. Por otro lado, Sandoval y Huamán (2021) determinaron que agregar un 10% de cenizas de cáscaras de café pueden optimizar los niveles de alabeo del ladrillo.

Posteriormente, en el presente estudio se obtuvo que la absorción presentó valores de 4.40%, 8.48% y 9.15% al adicionarse dosificaciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya. De esta manera, se observa un cumplimiento en todas las medidas de absorción al estar por debajo del 12% contemplado en las NTP 399.604 y NTP 399.613, siendo el valor óptimo la adición de 10% de CBC. Además, los resultados estadísticos reflejaron la ausencia de diferencias significativas en la absorción entre las distintas adiciones ($F = 2.259$, $p = 0.159$).

Bajo estas consideraciones, estos resultados son similares a los encontrados por Adnan et al. (2023), quienes determinaron niveles aceptables de absorción en el ladrillo de concreto

al momento de añadir dosis de 10% de cenizas de bambú, en tanto que Indhiradevi et al. (2021) constataron que la adición de 15% de ceniza de madera y 5% de ceniza de estiércol de vaca generó un incremento en el nivel de absorción del ladrillo de concreto. En el caso del trabajo de Palacios (2021), también se constató que dosificaciones de 0.3%, 0.6% y 0.9% de cenizas de coronta y nuez mejoran la trabajabilidad del concreto.

Asimismo, se comprobó que la densidad presentó valores de 2.13 gr/cm³, 2.09 gr/cm³ y 2.12 gr/cm³ al añadirse dosis de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya, por lo que se entiende que estos valores se encuentran dentro los requerimientos exigidos en las NTP 399.604 y NTP 399.613, verificándose que la adición de 5% evidenció el mayor incremento con un 5.20%. De igual forma, se determinaron diferencias significativas en la adición del CBC al obtenerse un valor $F = 6674.1$ ($p = 0.014$).

Ante este particular, Sandoval y Huamán (2021) observaron una mejora en el peso del ladrillo de concreto al añadir una dosis de 10% de ceniza de cáscaras de café, mientras que en el estudio de Chuquimamani (2021) se obtuvo un incremento de 1.57 kg/cm³ en el nivel de densidad al añadir un 1% de ceniza de tallo de algodón en el ladrillo de concreto. No obstante, discrepan de los hallazgos encontrados por Martínez y Rojas (2022), al determinar que la adición de botella de plástico reciclado en el ladrillo de concreto ocasiona una disminución en sus niveles de densidad.

Seguidamente, de la investigación se evidencia que la resistencia a la compresión en pila a los 28 días de curado presentó valores de 149.97 Kg/cm³, 137.80 Kg/cm³ y 110 Kg/cm³ al incorporarse proporciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya, lo cual se ajusta a lo contemplado en las NTP 399.605 y NT 0.70, observándose además que la mejor proporción estuvo dada por la adición de 5% de CBC. De igual forma, se encontraron diferencias significativas en la adición del CBC al obtenerse un valor $F = 9092.8$ ($p = 0.000$).

Estos hallazgos son similares a los verificados por Paz y Ore (2022), quienes registraron una mejora en la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos al añadir un 9% de cenizas de cola de caballo y un 7 % de cenizas de hojas de espino, al alcanzar valores de 83.6 kg/cm² y 86.8 kg/cm² respectivamente. Asimismo, Rodríguez (2021) determinó que la resistencia de compresión axial de pilas se incrementó en más de 25% al añadirse proporciones de 5% y 10% de cenizas de tallos de maíz.

Por último, se ha determinado que la resistencia del ladrillo macizo de concreto mejoró al añadir dosificaciones de cenizas de brácteas de cabuya, donde el valor óptimo estuvo dado por el 5% de adición de este material. Dicho hallazgo se corresponde con lo argumentado por Indhiradevi et al. (2021), al indicar que la adición de ceniza de estiércol y de madera puede sustituir a los materiales complementarios de construcción, en tanto que Hidalgo et al. (2021) destaca la viabilidad de que la agregación de cenizas de tallo de arroz pueda servir como reemplazo de materiales complementarios en el sector de la construcción.

En otros trabajos coincidentes, Chuquimamani (2021) concluye que la adición de la ceniza de tallo de algodón puede mejorar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos, mientras que Ore y Paz (2002) también constataron que la incorporación de cenizas de cola de caballo y cenizas de hojas de espino contribuyen al mejoramiento de las características físicas y mecánicas del mortero para muros portantes.

Dentro de las limitaciones que se han tenido que atravesar para desarrollar satisfactoriamente esta investigación, se podría decir que radica principalmente en el escaso material bibliográfico que se pudo encontrar sobre esta temática en la región de Ayacucho y sobre todo lo referido a las propiedades inherentes de la planta de cabuya en la generación de material puzolánico que pueda servir para mejorar las características del concreto.

Por otro lado, dentro de las implicaciones teóricas se puede disponer de un estudio que recoge experiencias puntuales aplicadas en distintos países y que según el nivel de

adaptabilidad podría emplearse satisfactoriamente en el sector de la construcción del país, en el caso de que puedan estar alineadas con las normativas peruanas en materia de albañilería. De otro modo, se cuenta con una información que resulta valiosa para el conjunto de investigadores que abordan cotidianamente estas temáticas y que procuran innovar permanentemente en la búsqueda de mejorar las características físicas y químicas del concreto.

Asimismo, desde un plano práctico se tiene una iniciativa destinada a mejorar las condiciones de habitabilidad de la población peruana, al avanzar en la intención de optimizar el material de construcción con que se edifican los hogares y el resto de la infraestructura presente en el país. Dicha acción podría conducir indudablemente a un ahorro en costos significativos, para aquellas organizaciones que se dedican a la construcción de urbanismos y otras estructuras y para los habitantes podría garantizar en mayor medida la preservación de su integridad, al asegurar la permanencia en el tiempo de sus viviendas.

IV. CONCLUSIONES.

PRIMERA

En principio, se constató que la resistencia a la compresión de los ladrillos macizos de concreto a los 28 días de curado presentó valores de 187.77 Kg/cm³, 164.55 Kg/cm³ y 131.30 Kg/cm³ al agregar dosificaciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya. De este modo, la adición de CBC genera una mejora en la resistencia a la compresión de los ladrillos macizos de concreto, siendo el porcentaje óptimo la proporción de 5% de este material; constatándose la existencia de diferencias significativas entre estas proporciones al obtenerse valores de ($F = 23.665$; $p = 0.000$), y procediéndose a aceptar la hipótesis específica 1 de que la agregación de ceniza de bráctea mejora la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175$ Kg/Cm² para muros portantes Ayacucho 2023.

SEGUNDA

Seguidamente, se corroboró que la variación dimensional de los ladrillos macizos de concreto registró valores promedios de 0.29 mm, -0.19 mm y -0.21 mm al agregar proporciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya. De este modo, la adición de CBC solo conlleva a una mejora en la variación dimensional de 45% al momento de agregar un 5% de este material, por lo que se procede a rechazar la hipótesis específica 2, en virtud de que la agregación de ceniza de bráctea no mejora la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175$ Kg/Cm² para muros portantes Ayacucho 2023.

TERCERA

En tercera instancia, se corroboró que el alabeo obtuvo valores promedios de 0.70 mm, 0.52 mm y 0.71 mm al agregarles proporciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya. En tal sentido, se observó que la adición de CBC produjo una mejora al

disminuir el alabeo de los ladrillos en todos los ensayos, siendo la adición de 8% de CBC el que presentó mayor reducción con un 28.14% en esta propiedad; sin embargo, no se constató diferencias significativas en la adición del CBC al obtenerse un valor ($F = 1.063$; $p = 0.383$), aceptándose la hipótesis específica 3, visto que la agregación de ceniza de bráctea mejora el alabeo del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

CUARTA

Asimismo, se corroboró que la absorción exhibió valores de 4.40%, 8.48% y 9.15% al adicionarse dosificaciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya. De esta manera, no se observa una mejora en esta propiedad con respecto al patrón en la totalidad de los ensayos, siendo la adición de 9% el que obtuvo la menor disminución con un 1.50%, sin embargo; no se determinaron diferencias significativas en la adición del CBC al obtenerse un valor ($F = 2.259$; $p = 0.159$), rechazándose la hipótesis específica 4, visto que la agregación de ceniza de bráctea no mejora la absorción del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

QUINTA

Por otro lado, se determinó que la densidad obtuvo valores de 2.13 gr/cm^3 , 2.09 gr/cm^3 y 2.12 gr/cm^3 al incorporarse proporciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya. Por consiguiente, se observa una mejora en esta propiedad con relación al patrón en la totalidad de los ensayos, siendo la adición de 5% el que obtuvo el mayor incremento con un 5.20%. Aunado a ello; se determinaron diferencias significativas en la adición del CBC al obtenerse un valor ($F = 6674.1$; $p = 0.014$), aceptándose la hipótesis específica 5, dado que la agregación de ceniza de bráctea mejora la densidad del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

SEXTA

De igual forma, se verificó que la resistencia a la compresión en pila a los 28 días de curado registró valores de 149.97 Kg/cm³, 137.80 Kg/cm³ y 110 Kg/cm³ al incorporarse proporciones de 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya. En definitiva, se observa una mejora en esta propiedad en relación al patrón en la totalidad de los ensayos, siendo la adición de 5% el que obtuvo el mayor incremento con un 60.78%. Asimismo; se constataron diferencias significativas en la adición del CBC al obtenerse un valor ($F = 9092.8$; $p = 0.000$), aceptándose la hipótesis específica 6, de que la agregación de ceniza de bráctea mejora la resistencia a la compresión en pila del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

SÉPTIMA

Se concluye que la resistencia del ladrillo macizo de concreto obtuvo mejores valores al adicionar una proporción de 5% de cenizas de brácteas de cabuya, siendo superiores en casi todos los ensayos a lo establecido en el patrón, por lo que se procede a la aceptación de la hipótesis general de la investigación de que la resistencia del ladrillo macizo de concreta mejora al agregar ceniza de bráctea en $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

IV. RECOMENDACIONES.

PRIMERA

Se recomienda adicionar una proporción menor al 5% de cenizas de bráctea de cabuya para visualizar si la resistencia a la compresión del ladrillo puede verse incrementada.

SEGUNDA

Se considera el empleo de otras dosificaciones que puedan mejorar la variación dimensional de ladrillo e incluso poder incorporar otros elementos de la planta de cabuya en la obtención de un material resistente y de mayor calidad.

TERCERA

Se propone intensificar los niveles de precisión en el establecimiento de los niveles de convexidad y concavidad de los ladrillos, a efecto de evitar posteriormente la utilización de información distorsionada en el alabeo del concreto.

CUARTA

Se sugiere evaluar la temperatura utilizada en la calcinación de la bráctea de cabuya, en el entendido de que podría incrementar la actividad puzolánica del material y mejorar en mayor medida la capacidad de absorción del ladrillo.

QUINTA

Resulta oportuno realizar una adecuada categorización de los materiales que son empleados en la fabricación de los ladrillos macizos de concreto, como son la calidad del cemento, los agregados, el agua y cualquier tipo de aditivo que se tenga dispuesto incorporar, ya que se podrían generar ciertas variaciones que podrían afectar la densidad del ladrillo.

SEXTA

Se plantea en futuras investigaciones que se pueda valorar el comportamiento que tiene la adición de las cenizas de bráctea de la cabuya en el largo plazo, a efecto de tener

mayor nivel de información sobre la variación de sus propiedades a lo largo del tiempo y así corroborar una mayor resistencia a la compresión en pilas de estructuras de gran envergadura.

SÉPTIMA

En virtud de que este tipo de prácticas representan tendencias innovadoras en el campo de la ingeniería, es recomendable profundizar en las investigaciones asociadas a esta temática, visto que este tipo de fibras naturales pueden combinarse con otros materiales y poder obtener mejores aditivos que optimicen en mayor grado las propiedades físicas y químicas de los ladrillos macizos de concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adnan, S., Satti, S., Safea, M., Hairi, M., Wan, W., Jamellodin, Z., Ang, P., Wan, W., & Garus, J. (2023). Performance of cement sand brick containing bamboo ash as cement replacement material. *Arch. Metall. Mater.*, 68(4), 1301–1306.
- Aramendy, R. (2011). *Un glosario para el agroecologista*. España: Universidad Popular - SEAE. <https://cerai.org/wordpress/wp-content/uploads/2015/04/Un-Glosario-para-el-Agroecologista-Ra%C3%BAI-Aramendy.pdf>.
- Arias, J., & Corvinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación* (Enfoques Consulting EIRL., Ed.).
- Banco Central de la Reserva del Perú. (2022). *Caracterización del Departamento de Ayacucho*. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Huancayo/ayacucho-caracterizacion.pdf>.
- Carhuacho, I., Nolazco, F., Sicheri, L., Guerrero, M., & Casana, K. (2019). *Metodología para la investigación holística* (UIDE, Ed.).
- Chuquimamani, R. (2021). *Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón, Puno 2021* [Tesis de grado]. Universidad César Vallejo.
- De Posada, J., Navas, C., & Montero, B. (2023). *Ensayos de Materiales*. Madrid: Síntesis.
- Fundación para la Orientación Familiar - Artesanías de Colombia . (2014). *Caracterización del fique (Furcraea andina)*. Colombia. <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/4859/13/INST-D%202015.%20150.%2011.pdf>: Fundación para la Orientación Familiar - Artesanías de Colombia .
- Google Map. (s.f.). *Ayacucho*. Obtenido de https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1pp7oo0LcbIdYgxDi5kW8pzrs2wM&hl=en_US&ll=-13.2178718636097752C-74.32746153515625&z=8.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (McGraw-Hill).
- Hidalgo, S., Soriano, L., Monzó, J., Payá, J., Font, A., & Borrachero, M. (2021). Evaluation of Rice Straw Ash as a Pozzolanic Addition in Cementitious Mixtures. *Applied Sciences*, 11(2), 773. <https://doi.org/10.3390/app11020773>
- Hou, X., Ma, S., Wang, X., Ou, Y., & Liu, R. (2023). Effects of alkali activation and hydrothermal processes on the transformation of fly ash into Al-substituted tobermorite fiber. *Construction and Building Materials*, 397, 132372. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132372>

- Jaimes, D., García, J., & Rondón, J. (2020). Importancia del concreto en el campo de la construcción. *Revista Formación Estratégica*, 1(2), 1-13.
- JKEMSCA S.A.C. (2023). *Informe técnico diseño de mezcla de concreto 175 Kg/cm²*. Ayacucho: JKEMSCA S.A.C.
- Lizarzaburu, D., Farfan, J., Benites, E., Acosta, R., Lizarzaburu, M., & Orrego, R. (2023). Recycling of rubber and polyethylene terephthalate (PET) to produce ecological bricks in Peru. *Chemical Engineering Transactions*, 199–204.
- León, M., & Ramirez, F. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Revista ingeniería de construcción*, 25(2), 215-240. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732010000200003>.
- Martínez Lizana, R. C., & Rojas, E. I. (2022). *Influencia de ceniza de paja de trigo y botella plástica reciclado en propiedades del ladrillo macizo de concreto, Ayacucho 2022*. Ayacucho: Universidad Cesar Vallejo.
- Murillo-Serna, J., Rincón-Barón, E., & Alzate-Guarín, F. (2018). Anatomía foliar comparativa de tres especies de Furcraea (Asparagaceae: Agavoideae). *Hoehnea*, 45(4), 607-615. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-06/2018>.
- Nasir, M., Murtaza, T., Shahzada, K., Khan, K., & Adil, M. (2019). Pozzolanic potential and mechanical performance of wheat straw ash incorporated sustainable concrete. *Sustainability*, 11(2), <https://doi.org/10.3390/su11020519>.
- Norma Técnica Peruana 0.60. (2019). *Concreto Armado*. Obtenido de <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>.
- Norma Técnica Peruana 0.70. (2019). *Norma E.070 Albañilería*. Obtenido de <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>.
- Norma Técnica Peruana 334090. (2011). *Cementos Portland adicionados. Requisitos*. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/ntp-334090-5-pdf-free.html>.
- Norma Técnica Peruana 339604. (2002). *Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-de-piura/materiales-de-construccion/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002/13633357>.
- Norma Técnica Peruana 399601. (2016). *Unidades de albañilería. Ladrillos de concreto*. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-de-los-andes/base-de-datos-2/ntp-399601-2016-unidades-de-albanilerialadrillos-de-concreto-requisitos/19760131>.

- NTP 399613. (2005). *Unidades de albañilería. Metodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/ntp-399-613-pdf-5-pdf-free.html>.
- Nuaklong, P., Wongsa, A., Boonserm, K., Ngohpok, C., Jongvivatsakul, P., Sata, V., Sukontasukkul, P., & Chindaprasirt, P. (2021). Enhancement of mechanical properties of fly ash geopolymer containing fine recycled concrete aggregate with micro carbon fiber. *Journal of Building Engineering*, 41, 102403. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102403>
- Núñez, G., Lara, M., & Escobar, N. (2019). Concentración y dispersión espacial como una estrategia de sobrevivencia de los pueblos indígenas de Hidalgo. *Revista Espacio I+D Innovación Más Desarrollo*, 8(19), 128-148. <https://doi.org/10.31644/IMAS D.19.201>.
- Omil, B. (2007). Gestión de cenizas como fertilizante y enmendante de plantaciones jóvenes de pinus radiata. *Unilroja*, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=182343>.
- Ortiz-González, D., Paredes-Martínez, O., & García-Parra, M. (2021). Rehabilitación del cultivo de fique (*Furcraea macrophylla*) mediante poda “descope” en Cauca, Colombia. *Centro Agrícola*, 48(1), http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852021000100005.
- Palacios Baldeon, L. V. (2021). *“Evaluación de resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de ceniza de coronta y nuez, Vilcashuamán, Ayacucho 2021*. Vilcas Huaman: Universidad Cesar Vallejo.
- Paz Bautista, G. I., & Ore Rojas, J. R. (2022). *“Evaluación de propiedades del mortero incorporando ceniza de cola de caballo y hojas de espino para muros portantes, Ayacucho – 2022”*. Ayacucho.: Universidad Cesar Vallejo.
- Pitroda, J., B. K., Bhimani, H., Chhayani, S., Bhatum, U., & Chauhan, N. (2016). A Critical Review on Non-Load Bearing Wall Based on Different Materials. *International Journal of Constructive Research in Civil Engineering (IJCRCE)*, 2(4), 33-40. <http://dx.doi.org/10.20431/2454-8693.0204005>.
- Rodríguez, L. (2021). *Comportamiento sísmico estructural de muros portantes con ladrillos artesanales modificados con cenizas de tallo de maíz, distrito Zúñiga – departamento Lima, 2021* [Tesis de pregrado]. Universidad César Vallejo.
- Rodrigues da Silva, T., Matos, P., Durlo, L., Teixeira, M., & Rangel, A. (2023). A review on the performance of açai fiber in cementitious composites: Characteristics and application challenges. *Journal of Building Engineering*, 71, <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106481>.
- Saavedra Villar, P. (2017). *Metodología de investigación científica*. Huancayo: Soluciones graficas.

- Sandoval, G., & Huaman, M. (2021). *Efecto de la adición de ceniza de cáscara de café en la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto – Jaén 2021* [Tesis de pregrado]. Universidad César Vallejo.
- Siddique, R., Kunal, & Mehta, A. (2020). 11 - Utilization of industrial by-products and natural ashes in mortar and concrete development of sustainable construction materials. *Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering*, 247-303. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102704-2.00011-1>.
- Silva, G., Kim, S., Aguilar, R., & Nakamatsu, J. (2020). Natural fibers as reinforcement additives for geopolymers – A review of potential eco - friendly applications to the construction industry. *Sustainable Materials and Technologies*, 23, <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2019.e00132>.
- Syed, H., Nerella, R., & Chand, S. (2020). Role of coconut coir fiber in concrete. *Materials Today: Proceeding*, 27, 1104-1110.
- Tang, R., Wei, Q., Zhang, K., Jiang, S., Shen, Z., Zhang, Y., & Chow, C. (2022). Preparation and performance analysis of recycled PET fiber reinforced recycled foamed concrete. *Journal of Building Engineering*, 57, 104948. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104948>
- Tarque, N., & Pancca, E. (2022). Building constructions characteristics and mechanical properties of confined masonry walls in San Miguel (Puno-Peru). *Journal of Building Engineering*, 45, 103540. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103540>
- Toirac, J. (2012). Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la república dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón. *Ciencia y Sociedad*, XXXVII(3), 293-334. <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622003.pdf>.
- Viera, P., Gallegos, Y., & Venegas, E. (2023). Resistencia a la compresión y flexión de bloques elaborados a base de cangahua, cal, arcilla y paja. *Novasinerгия*, 6(1), 150–166. <https://doi.org/10.37135/ns.01.11.10>

ANEXOS

Anexo 1: Instrumento de medición.

I.-	Información de la unidad de muestra		
	Tratamiento N°		
	Repetición N°		
II.	Dosificación: ceniza de bráctea 0% () 5% () 8% () 10% ()		
	Tamaño del grano		
III.	Resistencia		
	Variación dimensional	Alabeo	Absorción
	Densidad	Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión a pilas

Anexo 2: Matriz de consistencia.

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Verificación de resistencia de ladrillo macizo de concreto agregando ceniza de bráctea en $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.	<p>Problema general. ¿De qué manera mejora la resistencia de ladrillo macizo de concreto agregando ceniza de bráctea en $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?</p> <p>Problemas específicos. ¿Cuál es la mejora al agregar ceniza de bráctea en la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?;</p> <p>¿Cómo la agregación de ceniza de bráctea mejora la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?;</p> <p>¿De qué manera agregar ceniza de bráctea mejora el alabeo del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?;</p> <p>¿Cuál mejora se obtiene al agregar ceniza de bráctea en la absorción del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?;</p> <p>¿Cuál es la mejora al agregar ceniza de bráctea mejora la densidad del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para</p>	<p>Hipótesis general. La resistencia de ladrillo macizo de concreto mejora al agregar ceniza de bráctea en $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>Hipótesis específicas. La agregación de ceniza de bráctea mejora la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>La agregación de ceniza de bráctea mejora la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>La agregación de ceniza de bráctea mejora el alabeo del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>La agregación de ceniza de bráctea mejora la absorción del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>La agregación de ceniza de bráctea mejora la densidad del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>La agregación de ceniza de bráctea mejora la</p>	<p>Objetivo general. Demostrar que la resistencia de ladrillo macizo de concreto mejora al agregar ceniza de bráctea en $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>Objetivos específicos. Verificar que la agregación de ceniza de bráctea mejora la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>Demostrar que la agregación de ceniza de bráctea mejora la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>Comprobar que la agregación de ceniza de bráctea mejora el alabeo del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>Constatar que la agregación de ceniza de bráctea mejora la absorción del ladrillo macizo de concreto $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p> <p>Verificar que la agregación de ceniza de bráctea mejora la densidad del ladrillo macizo de</p>	<p>Variable independiente Adición de ceniza de bráctea.</p> <p>Variable dependiente Resistencia del ladrillo macizo</p>	<p>- Dosificación</p> <p>- Granulometría</p> <p>- Temperatura</p> <p>-Tiempo de calcinación</p> <p>- Propiedades físicas</p> <p>-Propiedades mecánicas</p>	<p>Tipo de investigación: Enfoque: Cuantitativo Método: Deductivo Propósito: Aplicada Por el diseño: Experimental Unidad de Estudio: ladrillos de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ Población: 60 ladrillos macizos de concreto con incorporación de ceniza de bráctea $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para muros portantes de 5%, 8% y 10%. Muestra: 60 ladrillos macizos de concreto con incorporación de ceniza de bráctea $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para muros portantes de 5%, 8% y 10%. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos: Para recolectar los datos, se utilizará: Técnica: - Observación Instrumento: - Ficha de registro de datos. Análisis de datos: Estadística descriptiva</p>

<p>muros portantes Ayacucho 2023? ¿En cuánto la agregación de ceniza de bráctea mejora la resistencia a la compresión en pilas del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023?.</p>	<p>resistencia a la compresión en pilas del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p>	<p>concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023. Comprobar que la agregación de ceniza de bráctea mejora la resistencia a la compresión en pilas del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.</p>
---	--	--

Nota: Matriz de consistencia del proyecto de tesis verificación de resistencia de ladrillo macizo de concreto agregando ceniza de bráctea en $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Anexo 3: Matriz de categorías y sub-categorías.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Instrumento	Escala de medición
Variable independiente (X) Adición de ceniza de bráctea	Según Daniela (2021), la cenicilla alcanzada al quemar los troncos (Bráctea) y las hojuelas secas hasta convertirlas en polvillo tiene las mismas características y se sabe que mejora el suelo. El contenido de minerales (potasio, fósforo, magnesio, calcio y sílice) que pueda estar presente debe tenerse en cuenta al extraer las cenizas, debido a que la contracción del latón está abajo del límite, la cenicilla es rica en nutrientes y puede reciclarse a largo plazo.	Se evaluará la dosificación, granulometría, temperatura y tiempo de calcinación	Dosificación	- 5%, 8%, 10%	N° 1	Norma técnica E 070 “Albañilería”	Razón
			Granulometría	- mm	N° 2	Ensayo de granulometría.	Razón
			Temperatura (T°)	- °C	N° 3	Laboratorio de concreto.	Intervalo
			Tiempo de calcinación.	- Horas	N° 4	Horno de secado de concreto.	Razón
Variable dependiente (Y) Resistencia del ladrillo macizo	Según Arias et al. (2013), el ladrillo de concreto cuenta con resistencia a la compresión siendo una importante propiedad mecánica, lo cual se relaciona directamente con el muro ante la resistencia que proporciona. Las propiedades físicas como la absorción y geometría también influyen en la resistencia del elemento estructural	Se evaluarán propiedades del Fc = 175 Kg/Cm2 para muros portantes		Variación dimensional	N° 5	Ensayo de alabeo (NTP 399.613 y 399.604)	Razón
			Propiedades físicas	Alabeo.	N° 6	Ensayo de alabeo (NTP 399.613 y 399.604)	Razón
				Absorción.	N° 7	Ensayo de absorción (NTP 399.604 y 399.613)	Razón
				Densidad.	N° 8	Ensayo de densidad (NTP 399.604 y 399.613)	Razón
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión.	N° 9	Ensayo a la resistencia a la compresión (NTP 399.613 y 399.604)	Razón
				Resistencia a la compresión a pilas.	N° 10	Ensayo a la resistencia a la compresión en pilas (NTP 399.605 y 605.2018)	Razón

Nota: Se muestra la variable independiente y variable dependiente de al adicionar ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Anexo 4: Instrumentos de objeto de aprendizaje abierto

Figura 8

Identificación de brácteas en la comunidad de Ccechcca.



Nota: Se muestra la identificación de la bráctea de cabuya en la comunidad de ccechcca del distrito de Tambillo provincia Huamanga – Ayacucho.

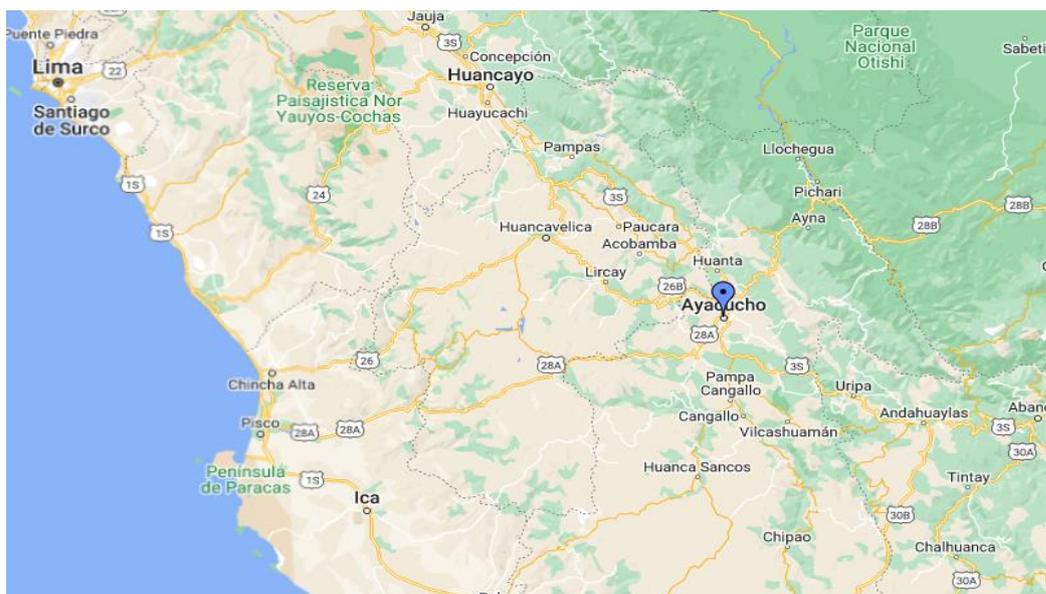
Fuente: Elaboración propia (2023).

Anexo 5: Ubicación geográfica del proyecto

El departamento de Ayacucho está situado en el área Sur – Central de los Andes peruanos, abarcando un área total de 43,821 km², lo que representa el 3.4% de todo el país. En cuanto a los linderos, se puede decir que por el norte limita con Junín, por el noroeste con Huancavelica, por el oeste con Ica, por el sur con Arequipa, por el este con Apurímac y por el noreste con el Cusco (Banco Central de la Reserva del Perú, 2022).

Figura 9

Ubicación geográfica del Departamento de Ayacucho.



Nota. Tomado de Google Map (s.f.).

Fuente: Google map. (2023)

5.1. Resultados de los agregados.

Los materiales de construcción empleados para la preparación del concreto están conformados por los agregados gruesos y finos, los cuales se determinaron en base a especificaciones técnicas como la NTP 400.037, esto considerando del informe de JKEMSCA S.A.C. (2023) presentado en el Anexo 5.

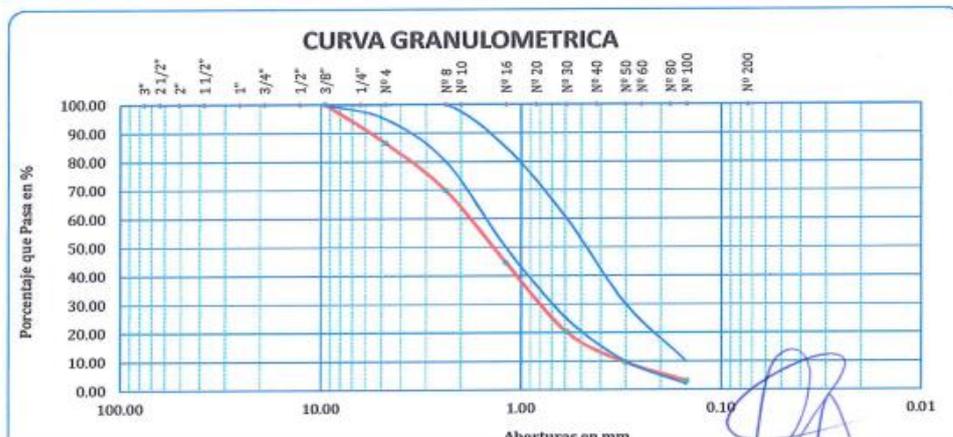
El agregado fino proviene de la Cantera Chillico y su origen es volcánico (específicamente del cuarzo) y cuenta con algunas impurezas y materiales deletéreos de naturaleza caliza que no exceden el 5% de la granulometría del agregado fino de la

mencionada cantera, por lo que presenta un módulo de firmeza de 3.35, lo cual es un indicativo que se encuentra dentro del rango estipulado por la NTP 400.037, esto es descrito en la figura 10.

Figura 10

Análisis granulométrico de los agregados finos.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO FINO							
ASTM C-136							
PROYECTO	: "VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023".						
SOLICITADO POR	: PAULLO HINOSTROZA SAÚL			MUESTRA CANTERA	: AGREGADOS		
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2023			UBICACIÓN	: CHILICO RIO CACHI		
AGREGADO FINO							
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.L. 1776.00
2 1/2"	63.500						P.S. 1804.00
2"	50.600						Cont. de Humedad : 4.11
1 1/2"	38.100						Peso unitario suelto : 1000 kg/m3
1"	25.400						peso unit. Compactado: 1131 kg/m3
3/4"	19.050						CARACT. GRANULOMETRICAS:
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	22.00	1.22	1.22	98.78	100	D30= 0.829 Cc= 1.155
1/4"	6.350						D60= 1.914
No4	4.760	221.00	12.25	13.47	86.53	95 100	MODULO DE FINEZA :
No8	2.380	300.00	16.63	30.10	69.90	80 100	
No10	2.000	0.00	0.00	30.10	69.90	50 85	OBSERVACIONES: El modulo de fineza debe de estar dentro de los limites de 2.35 - 3.15, no debiendo excederse el limite en mas o menos 0.2 ... Max 3.35
No16	1.190	456.00	25.28	55.38	44.62	50 85	
No20	0.840	0.00	0.00	55.38	44.62	25 60	
No30	0.590	439.00	24.33	79.71	20.29	25 60	
No40	0.420	0.00	0.00	79.71	20.29	10 30	
No50	0.300	193.00	10.70	90.41	9.59	10 30	
No60	0.250	0.00	0.00	90.41	9.59		
No80	0.180	0.00	0.00	90.41	9.59		
No100	0.149	117.00	6.49	96.90	3.10	2 10	
No200	0.074	0.00	0.00	96.90	3.10	2 10	
BASE		56.00	3.10	100.00	0.00		
TOTAL		1804.00	100.00				
% PERDIDA							



Nota: El grafico representa el análisis granulométrico por tamizado de agregado fino ASTM C-136.

Fuente: JKEMSCA S.A.C. (2023).

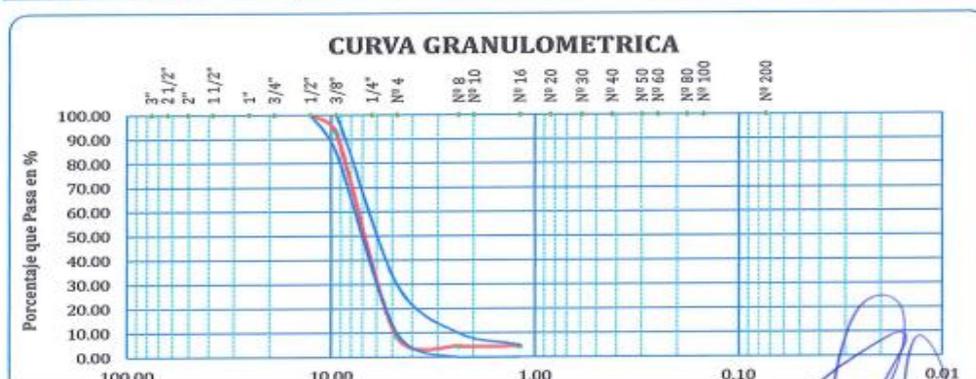
Por otro lado, el agregado grueso procede de rocas ígneas y exhibe ciertas impurezas y materiales deletéreos de origen calizo que no logran exceder el 2.00%. En este caso, el

agregado grueso presentó un tamaño máximo nominal de 3/8" y las gradaciones contenidas cumplen con lo establecidos en la NTP 400.037, en la figura 11 se muestra el detalle del agregado grueso.

Figura 11

Análisis Granulométrico de los agregados gruesos.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO ASTM C-136											
PROYECTO		: "VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC=175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023".									
SOLICITADO POR		: PAULLO HINOSTROZA SAÛL			MUESTRA		: AGREGADOS				
FECHA		: SEPTIEMBRE DEL 2023			CANTERA		: CHILLICO				
					UBICACIÓN		: RIO CACHI				
AGREGADO GRUESO											
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 3/8" ASTM C-33-54		TAMANO MAXIMO: 3/8"			
3"	76.200							DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00			P.M	1984		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00			Contenido de Humedad : 1.04			
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			Peso unitario suelto : 962 kg/m3			
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00			Peso unit. Compactado: 1073 kg/m3			
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			CARACT. GRANULOMETRICAS:			
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100			D10=	4.84
3/8"	9.525	137.00	6.91	6.91	93.09	85	100	D30=	5.97	Cc=	0.96
1/4"	6.350	0.00	0.00	6.91	93.09	0	10	D60=	7.66		
No4	4.760	1678.00	84.58	91.48	8.52	10	30	MODULO DE FINEZA : 5.98			
No8	2.380	80.00	4.03	95.51	4.49	0	10				
No10	2.000	0.00	0.00	95.51	4.49	0	5	OBSERVACIONES:			
No16	1.190	0.00	0.00	95.51	4.49	0	5				
No20	0.840										
No30	0.590										
No40	0.420										
No50	0.300										
No60	0.250										
No80	0.180										
No100	0.149										
No200	0.074										
BASE		89.00	4.49	100.00	0.00						
TOTAL		1984.00	100.00								
% PERDIDA											
MUESTREADO POR EL SOLICITANTE											



Nota: El grafico representa el análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso ASTM C-136.

Fuente: JKEMSCA S.A.C. (2023).

Anexo 6: Contraste de hipótesis de la investigación.

Contraste de la hipótesis específica 1

H₀: La agregación de ceniza de bráctea no mejora la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de concreto Fc = 175 Kg/Cm² para muros portantes Ayacucho 2023

H_a: La agregación de ceniza de bráctea mejora la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de concreto Fc = 175 Kg/Cm² para muros portantes Ayacucho 2023

Tabla 7

Resultados de la prueba ANOVA respecto a la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	29.448	3	9.816	23.665	0.000
Dentro de grupos	11.614	28	415		
Total	41.062	31			

Nota: Suma de cuadrados y media cuadrática de la prueba realizada.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Según los resultados observados en la tabla 7 referente a la aplicación de la prueba de ANOVA en lo relativo a la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya se tiene que, con un nivel de significancia de 5%, se procede a rechazar la hipótesis nula, entendiéndose que se debe aceptar la hipótesis alternativa; de la existencia de diferencias significativas.

Tabla 8

Prueba de Tukey con las diferencias en la resistencia a la compresión del ladrillo.

Resistencia a la compresión	N	1	2
Patrón	8	108.72	
10%	8	131.29	
8%	8		164.64
5%	8		187.77
Sig.		0.143	0.129

Nota: Resistencia a compresión con la prueba de tukey.

Fuente: Elaboración propia (2023).

En base a lo contemplado en la tabla 8, se resalta el hecho de que al aplicarse la prueba de Tukey la mejor resistencia a la comprensión del ladrillo se obtiene con una adición del 5% de cenizas de bráctea de cabuya.

Contraste de la hipótesis específica 2

H₀: La agregación de ceniza de bráctea no mejora la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto Fc = 175 Kg/Cm² para muros portantes Ayacucho 2023.

H_a: La agregación de ceniza de bráctea mejora la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto Fc = 175 Kg/Cm² para muros portantes Ayacucho 2023

Tabla 9

Resultados de la prueba ANOVA respecto a la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2.318	3	773	2.343	0.095
Dentro de grupos	9.232	28	330		
Total	11.550	31			

Nota: Datos de variación dimensional del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

De la tabla 9 se refleja los resultados provenientes de la prueba de ANOVA respecto a la variación dimensional del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea de cabuya, por lo que al establecer un nivel de significancia del 5% se procede a aceptar la hipótesis nula vinculado a la ausencia de evidencia estadística que permita determinar la existencia de diferencias significativas en lo concerniente a la variación dimensional.

Contraste de la hipótesis específica 3

H₀: La agregación de ceniza de bráctea no mejora el alabeo del ladrillo macizo de concreto Fc = 175 Kg/Cm² para muros portantes Ayacucho 2023.

Ha: La agregación de ceniza de bráctea mejora el alabeo del ladrillo macizo de concreto

Fc = 175 Kg/Cm² para muros portantes Ayacucho 2023.

Tabla 10

Resultados de la prueba ANOVA respecto al alabeo del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	73.363	3	24.454	1.063	0.383
Dentro de grupos	562.175	24	23.007		
Total	625.538	27			

Nota: Suma de cuadrados y la media cuadrática respecto a la prueba de alabeo del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Conforme a lo detallado en la tabla 10 se tienen los resultados procedentes de la prueba de ANOVA acerca del alabeo del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea de cabuya, por lo que al establecer un nivel de significancia del 5% se procede a aceptar la hipótesis nula referente a la ausencia de evidencia estadística que indique sobre la existencia de diferencias significativas en lo asociados al alabeo del ladrillo.

Contraste de la hipótesis específica 4

H₀: La agregación de ceniza de bráctea no mejora la absorción del ladrillo macizo de concreto Fc = 175 Kg/Cm² para muros portantes Ayacucho 2023.

Ha: La agregación de ceniza de bráctea mejora la absorción del ladrillo macizo de concreto Fc = 175 Kg/Cm² para muros portantes Ayacucho 2023.

Tabla 11

Resultados de la prueba ANOVA respecto a la absorción del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	64.253	3	21.418	2.259	0.159
Dentro de grupos	75.862	8	9.483		
Total	140.115	11			

Nota: Datos de la absorción realizada del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

De acuerdo con lo indicado en la tabla 11 son expuestos los resultados que se desprenden de la prueba de ANOVA sobre la absorción del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea de cabuya, por lo que al establecer un nivel de significancia del 5% se procede a la aceptación de la hipótesis nula relativo a la ausencia de evidencia estadística sobre la existencia de diferencias significativas en lo vinculado a la absorción del ladrillo.

Contraste de la hipótesis específica 5

H₀: La agregación de ceniza de bráctea no mejora la densidad del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

H_a: La agregación de ceniza de bráctea mejora la densidad del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

Tabla 12

Resultados de la prueba ANOVA respecto a la densidad del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.023	3	0.008	6.674	0.014
Dentro de grupos	0.009	8	0.001		
Total	0.032	11			

Nota: Datos de densidad del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Conforme los resultados que se detallan en la tabla 12 acerca de la aplicación de la prueba de ANOVA en lo asociado a la densidad del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya se tiene que, con un nivel de significancia de 5%, se procede a rechazar la hipótesis nula, por lo que acepta la hipótesis alternativa; de la existencia de diferencias significativas.

Tabla 13

Prueba de Tukey con relación a las diferencias significativas en la densidad del ladrillo macizo de concreto.

Resistencia a la compresión	N	1	2
Patrón	3	2.017	
8%	3	2.087	
10%	3		2.117
5%	3		2.130
Sig.		0.129	0.447

Nota: Resultado de densidad de ladrillo macizo de concreto.

Fuente: Elaboración propia (2023).

De acuerdo a lo descrito en la tabla 13, se puede evidenciar que posterior a la aplicación de la prueba de Tukey la mejor densidad del ladrillo se obtiene con una adición del 5% de cenizas de bráctea de cabuya.

Contraste de la hipótesis específica 6

H₀: La agregación de ceniza de bráctea no mejora la resistencia a la compresión en pila del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

H_a: La agregación de ceniza de bráctea mejora la resistencia a la compresión en pila del ladrillo macizo de concreto $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023

Tabla 14

Resultados de la prueba ANOVA respecto a la resistencia en pila del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5.971	3	1.990	9092.8	0.000
Dentro de grupos	1.751	8	0.219		
Total	5972.3	11			

Nota: Datos de resistencia a compresión a pila realizada del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

En base a lo descrito en la tabla 14 acerca de la aplicación de la prueba de ANOVA en lo referente a la resistencia de la compresión en pila del ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de cenizas de bráctea de cabuya se tiene que, con un nivel de significancia de 5%, se procede a rechazar la hipótesis nula, por lo que acepta la hipótesis alternativa; de la existencia de diferencias significativas.

Tabla 15

Prueba de Tukey con relación a las diferencias significativas en la resistencia a la compresión en pila del ladrillo macizo de concreto.

Resistencia a la compresión	N	1	2	3	4
Patrón	3	93.26			
8%	3		110.36		
10%	3			137.80	
5%	3				149.97
Sig.		1.0	1.0	1.0	1.0

Nota: Resultado de prueba de tukey al ladrillo macizo de concreto con adiciones de 0%, 5%, 8% y 10% de ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Según lo observado en la tabla 15, se puede evidenciar que posterior a la aplicación de la prueba de Tukey la mejor resistencia a la compresión en pila del ladrillo se obtiene con una adición del 5% de cenizas de bráctea de cabuya.

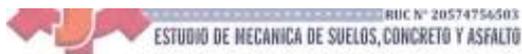
Contraste de la hipótesis general de la investigación

H_0 : La resistencia de ladrillo macizo de concreto no mejora al agregar ceniza de bráctea en $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

H_a : La resistencia de ladrillo macizo de concreto, mejora al agregar ceniza de bráctea en $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para muros portantes Ayacucho 2023.

A partir de los resultados obtenidos anteriormente se tiene que tanto la resistencia a la compresión, como la resistencia a la compresión en pila mejoran significativamente con respecto al patrón, sobre todo al momento en que se añade una proporción de 5% de cenizas de bráctea de cabuya, al tiempo que la densidad también experimenta el mejor resultado al añadirse un 5% de este material en el concreto, por lo que se deduce que efectivamente la resistencia del ladrillo macizo de concreto tiende a mejorar al momento de agregarse dosificaciones de cenizas de bráctea de cabuya (hasta 5%).

Anexo 7: Ensayos de laboratorio



INFORME TÉCNICO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 175 Kg/cm²

Proyecto:

**“VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO
MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE
BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM² PARA MUROS
PORTANTES AYACUCHO 2023”**

SOLICITA:

BACH. PAULO HINOSTROZA SAÚL

**REALIZADO POR:
JKEMSCA S.A.C.**

UBICACIÓN DE LA CANTERA:

CANTERA : CHILICO
DISTRITO : SAN JOSE DE TICLLAS
PROVINCIA : HUAMANGA
DEPARTAMENTO : AYACUCHO

Ayacucho, Setiembre del 2023


JKEMSCA SAC
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
José Carlos Huamani Quicaño
INGENIERO CIVIL
CIP 710756
ESPECIALIDAD EN GEOLOGIA, GEOGENIA Y MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS
ASTM D 2216

PROYECTO DE TESIS : "VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023".

SOLICITADO POR : PAULLO HINOSTROZA SAÚL **MUESTRA** : AGREGADOS

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023 **CANTERA** : CHILICO

UBICACIÓN : RIO CACHI

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

N° De Tara			
Peso de Tara	0.00	0.00	
Peso de Tara + M. Humedo	560.00	580.00	
Peso de Tara + M. Seco	538.00	557.00	
Peso de Agua	22.00	23.00	
Peso Muestra Seca	538.00	557.00	
Contenido de Humedad W%	4.09	4.13	
Promedio Cont. Humedad W%		4.11	

PIEDRA CHANCADA (AGREGADO GRUESO)

N° De Tara			
Peso de Tara	0.00	0.00	
Peso de Tara + M. Humedo	755.00	796.00	
Peso de Tara + M. Seco	747.00	788.00	
Peso de Agua	8.00	8.00	
Peso Muestra Seca	747.00	788.00	
Contenido de humedad W%	1.07	1.02	
Promedio cont. Humedad W%		1.04	


JKEMSCA SAC
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
José Carlos Huamani Quicaño
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 107156
 ESPECIALISTA EN GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ASTM C- 29

PROYECTO : "VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023".

SOLICITADO POR : PAULLO HINOSTROZA SAÚL **MUESTRA** : AGREGADOS
CANTERA : CHILLICO

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023 **UBICACIÓN** : RIO CACHI

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	3,624.0	3,624.0	3,624.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	7,673.0	7,611.0	7,625.0
Peso de la Muestra (gr.)	4,049.00	3,987.00	4,001.00
Volumen del Molde (cm ³)	4,013.1	4,013.1	4,013.1
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,008.95	993.50	996.98
Peso Unitario Humedo (Kg/m ³)	1,000		
Peso Unitario Seco (Kg/m ³)	960		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	3,624.0	3,624.0	3,624.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	8,268.0	8,063.0	8,157.0
Peso de la Muestra (gr.)	4,644.00	4,439.00	4,533.00
Volumen del Molde (cm ³)	4,013.1	4,013.1	4,013.1
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,157.21	1,106.13	1,129.55
Peso Unitario Humedo (kg/m ³)	1,131		
Peso Unitario Seco (kg/m ³)	1,086		

PIEDRA CHANCADA (AGREGADO GRUESO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE N°.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	3,624.0	3,624.0	3,624.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	7,513.0	7,449.0	7,489.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,889.00	3,825.00	3,865.00
Volumen del Molde (cm ³)	4,013.1	4,013.1	4,013.1
Peso Unitario (Kg/m ³)	969.07	953.12	963.09
Peso Unitario Humedo (Kg/m ³)	962		
Peso Unitario Seco (Kg/m ³)	952		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	3,624.0	3,624.0	3,624.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	7,916.0	7,940.0	7,938.0
Peso de la Muestra (gr.)	4,292.00	4,316.00	4,314.00
Volumen del Molde (cm ³)	4,013.1	4,013.1	4,013.1
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,069.49	1,075.47	1,074.97
Peso Unitario Humedo (Kg/m ³)	1,073		
Peso Unitario Seco (Kg/m ³)	1,062		

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS
ASTM C-127 Y ASTM C-128

PROYECTO : *VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023*.

SOLICITADO POR : PAULLO HINOSTROZA SAÚL

MUESTRA : AGREGADOS

CANTERA : CHILlico

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

UBICACIÓN : RIO CACHI

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO		
I.- DATOS		
1	Peso de la muestra secada al horno (gr)	478.00
2	Peso del frasco (picnometro)+agua (gr)	674.00
3	Peso del frasco+Agua+Muestra hasta la marca de calibración (gr)	982.00
4	Peso de arena sss. (gr)	500.00
II.- RESULTADOS		
1	Peso Especifico de Masa: P.E.M. (gr/cm ³)	2.49
2	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca : P.E.M.S.S.S.	2.94
3	Peso Especifico Aparente P.E.A.	2.81
4	Porcentaje de Absorcion: %ABS	1.47

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO		
I.- DATOS		
1	Peso de la Muestra Secada al Horno(gr)	3,000.00
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca(gr)	3,024.00
3	Peso de la Muestra Sumergida (gr)	1,826.00
II.- RESULTADOS		
4	Peso Especifico de Masa: P.E.M. $1/(2-3)-(gr/cm^3)$	2.50
5	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca P.E.M.S.S.S. $(2/(2-3))-$	2.52
6	Peso Especifico Aparente P.E.A. : $1/(1-3)-$	2.56
7	Porcentaje de Absorcion: $\%ABS((2-1)/1)*100$	0.14


JNEPICA SAC
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 José Carlos Huamani Quicaño
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 110756
 ESPECIALISTA EN SUELOS, GEOTECNIA Y MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE 175 Kg/cm²

PROYECTO:
“VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO
DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN
FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO
2023”

Solicitado por:

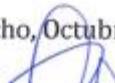
BACH. PAULO HINOSTROZA SAÚL

Realizado por:
JKEMSCA S.A.C.

Ubicación:

LUGAR : MIRAFLORES
DISTRITO : SAN JUAN BAUTISTA
PROVINCIA : HUAMANGA
REGION : AYACUCHO

Ayacucho, Octubre del 2023





ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613	
OBRA	: "VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023"
SOLICITANTE	: PAULLO HINOSTROZA SAÚL
MATERIAL	: LADRILLO MACIZO DE CONCRETO CON 5 % DE CENIZA DE BRÁCTEA
LUGAR	: SAN JUAN BAUTISTA - HUAMANGA - AYACUCHO FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

N°	MUESTRA	CARA A		CARA B	
		CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
01	M-1	0.00	0.00	0.00	0.00
02	M-2	0.00	0.00	0.00	0.00
03	M-3	1.50	0.00	2.00	0.00
04	M-4	2.00	0.00	0.00	2.00
05	M-5	1.00	0.00	0.00	2.00
06	M-6	0.00	2.50	0.00	3.00
07	M-7	2.50	0.00	0.00	1.00
PROMEDIO		1.00	0.36	0.29	1.14
		CONCAVIDAD PROMEDIO	0.64	CONVEXIDAD PROMEDIO	0.75

CONCLUSIONES: EN TODAS LAS MUESTRAS EL ELABEO ES MENOR QUE 8 mm.


 JKEMSCA S.A.C.
 LABORATORIO DE RESISTENCIA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
José Carlos Huamani Quicaño
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 110786
 ESPECIALISTA EN GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613									
OBRA : "VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023"									
SOLICITANTE : PAULLO HINOSTROZA SAÚL									
MATERIAL : LADRILLO MACIZO DE CONCRETO CON 8 % DE CENIZA DE BRÁCTEA									
LUGAR : SAN JUAN BAUTISTA - HUAMANGA - AYACUCHO FECHA : SETIEMBRE DEL 2023									
N°	MUESTRA	CARA A			CARA B				
		CONCAVO	(mm)	CONVEXO	(mm)	CONCAVO	(mm)	CONVEXO	(mm)
01	M-1	0.00		0.00		0.00		0.00	
02	M-2	0.00		0.00		0.00		0.00	
03	M-3	3.00		0.00		0.00		2.00	
04	M-4	0.00		2.00		0.00		1.00	
05	M-5	0.05		0.00		0.05		0.00	
06	M-6	2.50		0.00		0.00		1.50	
07	M-7	1.00		0.00		0.00		1.50	
PROMEDIO		0.94		0.29		0.01		0.86	
		CONCAVIDAD PROMEDIO		0.47	CONVEXIDAD PROMEDIO		0.57		

CONCLUSIONES: EN TODAS LAS MUESTRAS EL ELABEO ES MENOR QUE 8 mm.

JKEMSCA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
José Carlos Huamani Quicaño
INGENIERO CIVIL
CIP 110786
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE ALABEO
 NTP 399.613**

OBRA : "VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023"

SOLICITANTE : PAULLO HINOSTROZA SAÚL

MATERIAL : LADRILLO MACIZO DE CONCRETO CON 10 % DE CENIZA DE BRÁCTEA

LUGAR : SAN JUAN BAUTISTA - HUAMANGA - AYACUCHO **FECHA** : SETIEMBRE DEL 2023

N°	MUESTRA	CARA A		CARA B		
		CONCAVO (mm)	CONVEJO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEJO (mm)	
01	M-1	0.00	0.00	0.00	0.00	
02	M-2	0.00	0.00	0.00	0.00	
03	M-3	0.00	0.90	0.00	1.00	
04	M-4	0.00	1.50	0.00	1.50	
05	M-5	3.00	0.00	0.00	2.00	
06	M-6	0.00	3.00	0.00	1.00	
07	M-7	1.50	0.00	4.50	0.00	
PROMEDIO		0.64	0.77	0.64	0.79	
CONCAVIDAD PROMEDIO		0.64		CONVEXIDAD PROMEDIO		0.78

CONCLUSIONES: EN TODAS LAS MUESTRAS EL ELABEO ES MENOR QUE 8 mm.


JKEMSCA SAC
 LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
José Carlos Huamán Quicaño
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 110756
 ESPECIALISTA EN GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS



ENSAYO DE DENSIDAD					
NTP 399.604 Y 399.613					
OBRA		: "VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023"			
SOLICITANTE		: PAULLO HINOSTROZA SAÚL			
MATERIAL		: LADRILLO MACIZO DE CONCRETO PATRON			
LUGAR		: SAN JUAN BAUTISTA - HUAMANGA - AYACUCHO		FECHA : SETIEMBRE DEL 2023	
N°	MUESTRA	PESO (gr)			DENSIDAD gr/cm3
		Saturada Superficialmente Seco	Sumergida	secada al horno	
01	M-1	5327.00	2806.00	5095.00	2.02
02	M-2	5243.00	2742.00	5054.00	2.02
03	M-3	5207.00	2714.00	5012.00	2.01
				PROMEDIO	2.02
CONCLUSIONES:					


JKEMSCA SAC
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
José Carlos Huamantí-Quicaño
 INGENIERO CIVIL
 CIP 1110786
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN PILAS															
N.T.P. 399.605: 2018															
PROYECTO		: "VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023"													
SOLICITANTE		: PAULO HINOSTROZA SAÚL						FECHA DE MOLDEO		: 20 DE SETIEMBRE DEL 2023					
MATERIAL		: LADRILLO MACIZO DE CONCRETO CON 5 % DE CENIZA DE BRÁCTEA						FECHA DE ROTURA		: 27 DE SETIEMBRE DEL 2022					
LUGAR		: SAN JUAN BAUTISTA - HUAMANGA - AYACUCHO						EDAD		: 7 DIAS					
N°	MUESTRA	DIMENSIONES (cm)									AREA (cm ²)	LECTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg-f)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ³)	
		LARGO			ANCHO			ALTURA							
		L1	L2	L PROM.	A1	A2	L PROM.	H1	H2	L PROM.					
01	M-1	23.02	23.01	23.02	12.00	12.10	12.05	29.05	29.00	29.03	277.33	183.30	18691.10	67.40	
												PROMEDIO	67.40		
CONCLUSIONES:															


JUNTA REGIONAL AYACUCHO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
José Carlos Huamani Quicaño
REGISTRADO CIVIL
NIP. 152705
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN PILAS														
N.T.P. 399.605: 2018														
PROYECTO		: "VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE LADRILLO MACIZO DE CONCRETO AGREGANDO CENIZA DE BRÁCTEA EN FC= 175KG/CM2 PARA MUROS PORTANTES AYACUCHO 2023"												
SOLICITANTE		: PAULO HINOSTROZA SAÚL					FECHA DE MOLDEO		: 20 DE SETIEMBRE DEL 2023					
MATERIAL		: LADRILLO MACIZO DE CONCRETO PATRON					FECHA DE ROTURA		: 04 DE OCTUBRE DEL 2023					
LUGAR		: SAN JUAN BAUTISTA - HUAMANGA - AYACUCHO					EDAD		: 14 DIAS					
N°	MUESTRA	DIMENSIONES (cm)									AREA (cm ²)	LECTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg-f)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ³)
		LARGO			ANCHO			ALTURA						
		L1	L2	L PROM.	A1	A2	L PROM.	H1	H2	L PROM.				
01	M-1	23.00	23.10	23.05	12.05	12.06	12.06	29.00	29.05	29.03	277.87	326.60	33303.40	119.85
												PROMEDIO	119.85	
CONCLUSIONES:														

JKEMSCA SAC
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 José Carlos Huamani Quicaño
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 101756
 ESPECIALISTA EN GEOTECA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS

Anexo 8: Panel fotográfico

8.1. Recolección de bráctea

Figura 12

Recolección de brácteas en campo.



Nota: Realizando la recolección de bráctea en comunidad de ccechcca.
Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 13

Realizando la carga de bráctea.



Nota: Carguío de bráctea a la camioneta para llevar al horno para obtener la ceniza.
Fuente: Elaboración propia (2023).

8.2. Diseño de mezclas.

Figura 14

Diseño de mezcla de granulometría de agregado fino.

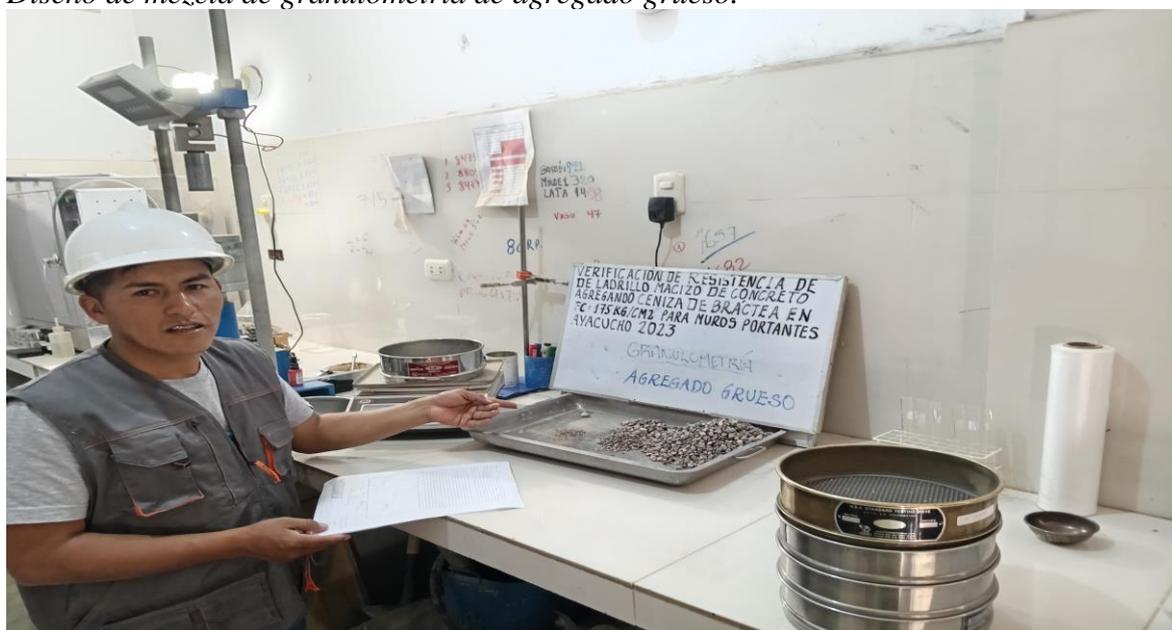


Nota: Elaborando la clasificación de la granulometría de agregado fino en laboratorio de concreto JKEMSCA S.A.C.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 15

Diseño de mezcla de granulometría de agregado grueso.



Nota: Elaborando la clasificación de la granulometría de agregado grueso en laboratorio de concreto JKEMSCA S.A.C.

Fuente: Elaboración propia (2023).

8.3. Peso y medida del ladrillo

Figura 16

Medida de ladrillo macizo para el ensayo de alabeo.



Nota: Realizando la medida de ladrillo macizo de concreto para obtener el resultado si es cóncava o convexa en laboratorio de concreto JKEMSCA S.A.C.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 17

Peso de ladrillo macizo muestra 5.



Nota: Realizando el peso de ladrillo macizo de concreto en laboratorio de concreto JKEMSCA S.A.C.

Fuente: Elaboración propia (2023).

8.4. Ensayo de alabeo

Figura 18

Ensayo de alabeo de ladrillo macizo de concreto de muestra patrón.



Nota: Verificando la convexidad de ladrillo macizo de concreto.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 19

Ensayo de alabeo de ladrillo macizo de concreto de 8% ceniza de bráctea.



Nota: Se muestra la evidencia de ladrillos macizos de concreto M3, M4 y M5 de 8% ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

8.5. Ensayo de absorción

Figura 20

Ensayo de absorción de ladrillo macizo de concreto.



Nota: Realizando la evidencia de muestra de ladrillo macizo de concreto de adición 10% ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 21

Ensayo de absorción secado a horno 24 horas.



Nota: Sacando el ladrillo macizo después de 24 horas secado en el horno.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 22

Ensayo de absorción realizando la inmersión 24 horas al agua.



Nota: Realizando la inmersión al agua a los ladrillos macizos de concreto.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 23

Ensayo de absorción realizando la inmersión 24 horas al agua.



Nota: Pesando el ladrillo macizo después de 24 horas de inmersión al agua.

Fuente: Elaboración propia (2023).

8.6. Resistencia a la compresión.

Figura 24

Elaboración de ladrillo macizo adicionando 5% de ceniza de bráctea.



Nota: Preparando la mezcla para la elaboración de ladrillo macizo de concreto agregando 5% de ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 25

Elaboración de ladrillo macizo de concreto de 5% de ceniza de bráctea.



Nota: Preparando la mezcla para la elaboración de ladrillo macizo de concreto agregando 5% de ceniza de bráctea.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 26

Resistencia a la compresión de ladrillo macizo 10% M-4.



Nota: Antes de realizar la rotura a compresión de ladrillo M-4.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 27

Resistencia a la compresión de la muestra 4 de ladrillo macizo.



Nota: Después de realizar la rotura a compresión de ladrillo de M-4.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 28

Resistencia a la compresión en pilas patrón, 5%,8%,10%.



Nota: Muestra de ladrillos a pilas antes de realizar la resistencia a la compresión.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 29

Resistencia a la compresión en pilas P-3 8% de ceniza de bráctea.



Nota: Resistencia a compresión en pilas de ladrillo macizo incorporando 8% de ceniza.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 30

Resistencia a la compresión en pilas P-3 8% de ceniza de bráctea.



Nota: Resultado de realizar resistencia a compresión en pilas de ladrillo macizo incorporando 8% de ceniza.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 31

Resistencia a la compresión en pilas luego de realizar la prueba.



Nota: Se evidencia la muestra de ladrillos después de compresión en pilas.

Fuente: Elaboración propia (2023).

INFORME DE TESIS - SPH

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	20%	3%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1%

10	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	abm.ojs.inecol.mx Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
17	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
19	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
20	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
21	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

22	scielo.sld.cu Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1 %
24	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
26	repositorio.conacyt.gov.py Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
29	www.uclm.com Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.autonoma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
32	calentamientoglobalacelerado.net Fuente de Internet	<1 %

33	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
34	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
39	www.sc.ehu.es Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 10 words