



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla, Habana – Moyobamba 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

López Barbaran, Erwin (orcid.org/0000-0002-7059-3679)

Montalván Gonzales, Pheter Omar (orcid.org/0000-0002-9962-2541)

ASESOR:

MSc. Marin Cubas, Percy Lethelier (orcid.org/0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

HUARAZ – PERÚ

2022

Dedicatoria

Primeramente, a dios por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi querida madre Enith, que con su ejemplo y amor incondicional me ha enseñado a ser mejor cada día, a mis hermanos Erwin y Joely, por estar siempre para mí y apoyarme en todos mis proyectos.

Erwin

A mi querida padre y madre (Anderson y Miriam), que con su ejemplo y amor incondicional me ha enseñado a ser mejor cada día, a mis hermanos Tito y Anderson, por estar siempre para mí y apoyarme en todos mis proyectos.

Pheter

Agradecimiento

A Dios, por habernos regalado la vida, por estar presente en cada etapa de ella y siempre demostrarme su amor incondicional.

A la Universidad Cesar Vallejo, por la enseñanza de cada uno de sus docentes.

Al Percy Lethelier Marin Cubas, por su apoyo como asesor en el desarrollo de esta tesis y formación para ser un mejor profesional.

Erwin y Pheter

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN	9
II.MARCOTEÓRICO	12
III.METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y diseño de investigación	20
3.2. Variables y operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS	50

Índice de tablas

Tabla N° 01: Contenido de humedad de la arcilla	26
Tabla N° 02: Análisis granulométrico por tamizado	26
Tabla N° 03: Características físicas del ladrillo de arcilla.....	27
Tabla N° 04: Diseño de mezcla para el ladrillo de arcilla con la adición de ceniza de la cascarilla de arroz al 15%, 20% y 25%.....	28
Tabla N° 05: Resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla luego de la adición de la ceniza de cascarilla de arroz.....	29
Tabla N° 06: Estadígrafos de la resistencia a la compresión del ladrillo según el de arcilla agregado de ceniza de cascarilla de arroz	31
Tabla N° 07: Distribución normal de los datos para la resistencia a la compresión.....	33
Tabla N° 08: Pruebas de homogeneidad de varianzas	34
Tabla N° 09: Prueba ANOVA de un factor	35
Tabla N° 10: Comparaciones múltiples de Tukey	36
Tabla N° 11: Subconjuntos homogéneos de Tukey	37
Tabla N° 12: Matriz de operacionalización de las variables.....	51
Tabla N° 13: Matriz de consistencia.....	52

Índice de gráficos y figuras

Gráfico N° 01: Diseño de investigación	21
Gráfico N° 02: Características físicas del ladrillo de arcilla	27
Gráfico N° 03: Diseño de mezcla para el ladrillo de arcilla con la adición de ceniza de la cascarilla de arroz al 15%, 20% y 25%.	28
Gráfico N° 04: Resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla luego de la adición de la ceniza de cascarilla de arroz.....	29
Figura 01: Diferencia de media de la resistencia.....	32
Figura 02: Histograma con curva normal.....	34
Figura 03: Clases de unidad de albañilería para fines estructurales.....	78
Figura 04: Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm ²)	78
Figura 05: Estructura química de la ceniza de cascarilla de arroz	79

Resumen

La presente tesis titulada “Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla, Habana – Moyobamba 2022”, siendo el **Objetivo** Determinar la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022.

La **metodología** de esta investigación fue tipo aplicada, de diseño experimental de tipo cuasiexperimental con un enfoque cuantitativo. La **Muestra** fue de 20 unidades de ladrillos distribuidos en un grupo de control y tres grupos experimentales. Los **instrumentos** aplicados las fichas técnicas normalizadas. La metodología consistió en preparar la mezcla para el ladrillo de arcilla, adicionando porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz (0%, 15%, 20% y 25%), para posteriormente evaluar los resultados. Los resultados de la resistencia a la compresión al 0%, 15%, 20% y 25%, son de 51.62 kg/cm², 53.18 kg/cm², 55.39 kg/cm² y 48.14 kg/cm².

Concluyendo que los resultados obtenidos nos indica que los ladrillos de arcilla adicionando 20% de ceniza de cascarilla de arroz presenta una mayor resistencia a la compresión que los ladrillos de arcilla sin ningún porcentaje y con la adición del 15% y 25%.

Palabras claves: Compresión axial, alabeo, dimensional.

Abstract

This thesis entitled "Influence of rice husk ash on the compressive strength of clay bricks, Havana - Moyobamba 2022", the objective being to determine the influence of rice husk ash on the compressive strength of bricks. clay brick, Havana, Moyobamba – 2022.

The methodology of this research was applied type, of experimental design with a quantitative approach. The Sample was 20 units of bricks distributed in a control group and three experimental groups. The instruments applied the standardized technical data sheets. The methodology consisted in preparing the mixture for the clay brick, adding percentages of rice husk ash (0%, 15%, 20% and 25%), to later evaluate the results. The results of the compressive strength at 0%, 15%, 20% and 25% are 51.62 kg/cm², 53.18 kg/cm², 55.39 kg/cm² and 48.14 kg/cm².

Concluding that the results obtained indicate that clay bricks adding 20% rice husk ash have a greater resistance to compression than clay bricks without any percentage and with the addition of 15% and 25%.

Keywords: Axial compression, warping, dimensional.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se ha tomado mucha importancia a la economía circular, por lo cual la reutilización de los materiales como sustitutos en la construcción fortalece la producción de productos y la prestación de servicios amigables con el medio ambiente; en vista que la obtención de cemento para la fabricación de ladrillos de concreto involucra un alto consumo de energía y emisiones de gases lo que le convierte en un material altamente costoso y contaminante. Asimismo, los eventos sísmicos que están causando destrucción en el mundo, y que en su gran mayoría se debe al colapso de las construcciones causando pérdidas materiales y humanas, esto hace que se tome en consideración los estándares de resistencia y calidad empleados para la construcción de edificaciones (**Jácome et al., 2019**). Es por esta razón, que encontrar opciones y tecnología que sustituyen estas adiciones como los residuos agroindustriales resulta ser positivo para los costos de construcción, disminuir los impactos en el ambiente y evitar pérdidas por la mala calidad de fabricación de la mayoría de los ladrillos que no cumplen con los requisitos de rendimiento físicos y mecánicos (**Berumen-Rodríguez et al., 2021**). En el Perú, la actividad ladrillera es una de las principales causantes de la contaminación ambiental, a pesar de que existe la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) no realiza el monitoreo pertinente de la calidad del aire y los que llega a ejecutar son muy pocos, que no permiten conocer el gran problema que representa la elaboración de ladrillo en el ambiente; como es el caso de 168 ladrilleras informales de Cusco que no cuentan con las herramientas de gestión y certificados ambientales para la producción de ladrillos sostenibles que no causen impacto negativo en el medio ambiente y en la población; según el informe de la DIGESA el nivel de contaminación de las ladrilleras es del 64,6% en comparación con otras actividades desarrolladas en el departamento (**Delgado, 2020**). Por tal motivo, es urgente tomar medidas sociales, económicas, ambientales y de ecoeficiencia que permitan mitigar los daños causados por esta actividad en la salud de la población y en el ambiente. En base al análisis realizado, en la presente investigación se evaluó la necesidad del aprovechamiento de la ceniza de cascarilla de arroz en adelante “CCA” para la elaboración de ladrillos sostenibles, duraderos y

de bajo costo en el distrito de Habana provincia de Moyobamba, por cuanto la región San Martín es uno de los principales productores de arroz del país y que diariamente se extraen grandes cantidades de cascarilla de arroz en adelante “CA” y que muchos lo queman generando problemas de contaminación ambiental; por lo que aprovechar las riquezas de la región para el beneficio de la población así como para las fábricas locales, resulta una actividad sustentable para la economía local y nacional. Por otra parte, el estudio se centra en la estimación de la resistencia a la compresión en adelante “RC” de los ladrillos de arcilla en adelante “LA”, bajo los estándares técnicos de albañilería E.070, encargados de controlar la resistencia de estos elementos; es decir, al diseñar el producto final en base a la arcilla y la CCA, se tomará en consideración cada uno de los parámetros técnicos establecidos para verificar si es un producto resistente y apto para la construcción efectiva de edificaciones. De acuerdo con lo anterior, se planteó como **problema general**: ¿Cómo influye la CCA de arroz sobre la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022? Los **problemas específicos** son: **P1**: ¿Se podrá determinar propiedades físicas del ladrillo de arcilla, Habana – Moyobamba 2022?, **P2**: ¿Se podrá realizar el diseño de mezcla para el ladrillo de arcilla con la adición de CCA al 15%, 20% y 25%, Habana – Moyobamba 2022?, **P3**: ¿Cuál es el nivel de resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla luego de la adición de la CCA, Habana – Moyobamba 2022?, el estudio se justifica bajo los siguientes enfoques: **Conveniencia**; este estudio buscó mejorar la resistencia de los ladrillos y que estén dentro de las normativas peruanas vigentes para evaluar la RC; asimismo, disminuir el impacto en el ambiente. **Justificación social**, porque los resultados que se obtuvieron de la investigación beneficiaron de manera integrada a las empresas, sociedad y medio ambiente; por medio de la reutilización de la CA. **Justificación teórica**; porque a través del estudio aplicado se aportó información y conocimiento sobre el diseño de ladrillos de arcilla con CCA en el distrito de la Habana. **Justificación práctica**; se ejecutó porque se vio la necesidad de mejorar la calidad y resistencia de los ladrillos de arcilla para beneficiar a la población y a las empresas a minimizar sus costos en producción; asimismo, buscó contribuir con el medio ambiente. **Justificación metodológica**; porque los métodos empleados en el estudio podrán ser replicados en otros contextos donde se requiera el uso de la

CCA para la elaboración de LA resistente a la compresión. En la investigación se formuló como **objetivo general**: Determinar la influencia de la CCA en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022. Los **objetivos específicos**: **1**: Determinar las propiedades físicas del ladrillo de arcilla, Habana – Moyobamba 2022. **2**: Realizar el diseño de mezcla para el ladrillo de arcilla con la adición de CCA al 15%, 20% y 25%, Habana – Moyobamba 2022. **3**: Conocer el nivel de resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla, con la adición de CCA, Habana – Moyobamba 2022. Por último, se planteó como **hipótesis general**: H: La ceniza de cascarilla de arroz si influye en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de dar sostenibilidad al estudio, se presentan estudios previos en relación con las variables, desde un **contexto internacional, Martínez-Gatica et al. (2021)** en su artículo científico planteó como objetivo analizar el comportamiento físico y mecánico de dosificaciones de concreto con fibras naturales utilizadas para la elaboración de bloques de concreto. El tipo de estudio fue aplicado, enfoque cuantitativo y diseño experimental, la muestra se compuso 24 formulaciones (bloques de concreto). Sus resultados alcanzados mostraron que el promedio de RC de los bloques no estructurales elaborados en base a la CA es de 1,5 MPa a los 55 días y a los 78 días presentaron una RC (2,75MPa); asimismo, la densidad obtenida de los materiales fue de 113kg/m³ y con una capacidad de absorción de agua en 5 min del 104,01%; esto muestra el alto nivel de RC estipulado en las normas vigentes de Francia y Costa Rica que buscan que los materiales tengan alta capacidad de aislamiento térmico y una densidad menor a 1500kg/m³. Por lo tanto, llegaron a concluir que los bloques de cemento elaborados con CA tienen RC y que bien podrían ser utilizados en pisos o acabados. Por su parte, **Aizpurúa et al. (2018)** en su artículo tuvieron como finalidad determinar el efecto de la adición de cenizas de cáscara de huevo y de CA al concreto para mejorar la compresión de los materiales. El método empleado fue de tipo aplicada, diseño experimental, la muestra se compuso por 15 ladrillos, donde el instrumento fue la ficha técnica normalizadas. Sus resultados mostraron que la compresión de los ladrillos elaboradores ceniza de cáscara de huevo incrementó en de 1.5% al 2% a diferencia del que se elaboró con CA donde la RC bajó, esto se debe a que el huevo cuenta con alto porcentaje de óxido de calcio. Los autores concluyeron que la elaboración de ladrillos con adición de cenizas de productos orgánicos mejora considerablemente la capacidad de RC de los materiales. En cuanto con **Barrios et al. (2022)** en su artículo tuvieron a bien analizar el sistema de construcción en las zonas industriales y comerciales de Colombia. Emplearon un enfoque cuantitativo, tipo aplicada, diseño experimental, la muestra se compuso por 16 bloques de arena; el instrumento de medición fue la ficha técnica normalizada. En sus resultados mostraron que la resistencia de los bloques que utilizan CA ha

incrementado su desempeño tanto en resistencia como en la disminución de sus costos; por cuanto alcanzó una resistencia de 5Mpa y 6Mpa con añadir un 20% de CA en 28 días. Por lo tanto, los autores llegaron a concluir que el porcentaje añadido de CCA a los bloques de ladrillo aumenta su capacidad de RC, lo que indica que cumplen con los estándares de construcción, resultando positivas para el uso en edificaciones, asimismo minimiza el impacto en el medio ambiente. Por su parte, **Sornoza-Tituano et al. (2022)** en su artículo tuvo a bien determinar cuáles son los principales materiales que se emplean para la construcción de viviendas en Ecuador. En el estudio se empleó un enfoque cualitativo, diseño no experimental, la muestra se compuso por 59 revistas y artículos, el instrumento que se aplicó fue la guía de análisis documental. Sus resultados indicaron que los principales materiales de construcción utilizados en Ecuador son los bloques de cemento, bloques de tierra comprimida, madera, piedra, arena y paja bambú; no obstante, el nivel de resistencia de las construcciones es bajo, porque los materiales no son de calidad que les permita resistir a los movimientos sísmicos. Los autores concluyeron que al emplear productos orgánicos e innovadores en la elaboración de materiales de construcción les permitirá mejorar la RC y reducir la contaminación del medio ambiente. En lo que refiere **Zambrano et al. (2018)** en su artículo tuvo como objetivo evaluar la CA para la fabricación de ladrillo. Utilizaron una metodología de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, la muestra se compuso por 15 bloques de ladrillo, el instrumento de medición fue la ficha técnica normalizada. Sus resultados pusieron en manifiesto que se desarrolló un esquema tecnológico y se implementó el proceso de producción de ladrillos de aserrín con CA. El beneficio económico de la fabricación de ladrillos es bajo porque el costo de la CA es bastante alto debido al procesamiento. Concluyeron que, la elaboración de ladrillos de CA generalmente logra mayores propiedades físicas y se realiza un análisis de resistencia cuando alcanzan un alto grado de resistencia, a diferencia de los ladrillos comerciales. Por último, **Siddika et al. (2021)** en su artículo buscaron analizar el estado de arte sobre la CCA como un suplementario del concreto para la producción de ladrillos. El método empleado fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, la muestra se compuso por 100 unidades de ladrillos. Sus resultados alcanzados mostraron que la CCA es un material liviano y altamente denso (180-200 kg/m³) y contiene más del 85% de SiO₂

es decir es superior a la 75%; por lo que el reemplazo al cemento es recomendado en un 30% por partículas de RHA; asimismo, el tiempo trituración recomendable es de 30 min para alcanzar las propiedades deseables para ser añadidos en la elaboración de ladrillos. Concluyeron que el porcentaje adecuado de CCA añadido en la elaboración de ladrillos contribuye positivamente en el nivel de resistencia a la compresión; asimismo, emplear este tipo de material orgánico contribuye en el desarrollo sustentable de la sociedad. **A nivel nacional, Rodríguez & Salazar (2020)** en su investigación buscó determinar en qué medida influyó la adición de CCA en el LA. La metodología empleada fue de tipo aplicada, diseño experimental y con enfoque cuantitativo, la muestra lo integraron 21 ladrillos distribuidos en un grupo de control y dos experimentales; por lo cual aplicaron como instrumento fichas técnicas normalizadas. En sus resultados encontraron sobre el ensayo de absorción en 28 días que la adición del 20% de CCA fue (16,87%) y la RC fue de 21,37 kg/cm²; a diferencia del ensayo realizado a los 7 y 14 días de absorción puesto que alcanzaron una RC de 20.50 kg/cm², 21.28 kg/cm² respectivamente. Por lo tanto, concluyeron que los LA adicionando el 20% de CCA presenta una resistencia considerable; asimismo, las características físicas mejoran en un 10% en comparación cuando no cuentan con ningún porcentaje de CA. Respecto con **Castillo et al. (2021)** en su artículo tuvo como finalidad evaluar el uso de residuos agroindustriales en el ámbito de la construcción. El enfoque fue cualitativo, tipo básica, diseño no experimental, a la muestra lo integraron 70 artículos (revisión sistemática de residuos agroindustriales; CCA, ceniza de cáscara de huevo, ceniza de volantes); el instrumento empleado fue la guía de análisis documental. Sus resultados mostraron que la CCA añadido un 20% a los ladrillos disminuye su compresión en 60 días; mientras que al añadir cáscara de huevo en 28 días incrementa la resistencia del 4.8%, de igual manera al añadir cenizas volantes en un 20 y 40% la resistencia disminuye. Concluyeron que el único residuo agroindustrial agregado para la elaboración de bloques de ladrillos incrementa la RC con 1.5 % debido a su alto porcentaje de óxido de calcio. Por otro lado, **Sánchez-Vásquez et al. (2021)** en su artículo tuvo un enfoque cuantitativo, tipo aplicado, diseño experimental, a la muestra lo integraron 17 bloques de ladrillo que recibieron tres tratamientos distintos con adición de cascarilla de arroz (5%, 10% y 15%). En sus

resultados dieron a conocer que al añadir 5% de CCA a los bloques de ladrillo, la absorción de agua mejora en un 5.24% con y de igual manera mejora la RC de 24,6Mpa. Por lo cual, los autores llegaron a la conclusión que al agregar solo el 5% de CA mejora significativamente la capacidad de RC de los ladrillos; es decir, está dentro de los parámetros establecidos en la NTP-339.613. Asimismo, **Durand & Benites (2018)** en su artículo buscó analizar las propiedades físicas de los LA. El enfoque metodológico empleado fue cuantitativo, la población se integró por 27 ladrilleras, la muestra lo integraron 150 unidades de ladrillos se dejaron secar en 28 días. En sus resultados mostraron que el promedio de RC fue de 74,78 kg/cm² mayor al 36% de resistencia exigida por la normativa E-070 en función al diseño de mezcla empleado (cemento, suelo, arena) 1; 5; 0.5 respectivamente. Asimismo, es evidente que los materiales empleados para la elaboración de ladrillos son altamente contaminantes para el medio ambiente; por lo que es recomendable la utilización de productos más orgánicos para evitar la contaminación del ambiente. Los autores concluyeron que el diseño de mezcla repercute considerablemente en el grado de RC de los ladrillos. De manera seguida, se presenta la fundamentación teórica de las variables, para ello, se hace hincapié sobre la CA, donde **Ajimotokan et al. (2018)** precisan que está integrada por celulosa y sílice, estos compuestos son de gran ayuda para el combustible y permiten el cuidado del medio ambiente; por lo tanto, la producción arroz y la tecnología contribuyen en el desarrollo económico. Asimismo, **Aquino et al. (2021)** sostienen que es un material con grandes propiedades físicas y químicas como el sustrato orgánico de una baja tasa de descomposición, es liviano y de fácil transporte, lo que resulta un producto de bajo costo. Por otro lado, **Athira et al. (2019)** dan a conocer que es un subproducto del proceso de molienda del arroz de los campos de cultivo. Este se encuentra en el exterior del grano de arroz maduro, que consiste en una glucosa llamada balea y cal. Por ejemplo, la tapioca y las migas de arroz también representan un cierto porcentaje de la composición de la CA y deben tenerse en cuenta, ya que también son desechos agrícolas. Además, **De Silva & Perera (2018)** mencionan que son residuos agrícolas industriales producidos en masa en los sitios de siembra, que pueden ser utilizados para obtener dióxido de silicio, donde ven un gran potencial como fuente de reemplazo en el campo. la mampostería, que demuestra

ser un material con gran potencial, y brinda una alternativa muy viable en construcciones de bajo costo. En lo que respecta a la **CCA**, de acuerdo con **Jittin et al. (2020)** es un derivado o desecho de la incineración de la CA; y presenta grandes propiedades puzolánicas, y va a depender de la temperatura que no pase de 700°C; caso contrario la sílice pierde su reactividad al cristalizarse; es decir, el tiempo de combustión y la temperatura son fundamentales para producir ceniza de este producto. Concerniente a las propiedades de la CA, **Bebhe & Daton (2021)** precisan que estas van a variar de acuerdo a la utilidad que se le dé; ya sean en cáscara o en cenizas; donde de manera general presenta las siguientes: gravedad específica 0,78 g/cm³; densidad incompresible 0,108 g/cm³; La densidad aparente de la presión es de 0,143 g/cm³. Asimismo, **Sánchez-Bernal et al. (2019)** en lo que respecta a sus propiedades físicas; estas son las siguientes: gravedad específica 0,78 g/cm³; densidad incompresible 0,108 g/cm³; La densidad aparente de la presión es de 0,143 g/cm³. Por otra parte se da a conocer la composición de la CA, donde **Sasui et al. (2018)** infieren que la composición orgánica es similar a la de la mayoría de las fibras orgánicas, que contienen celulosa, hemicelulosa, lignina, compuestos nitrogenados, lípidos y ácidos orgánicos. La celulosa y la hemicelulosa constituyen la mayor parte de los carbohidratos en las CA. Además, **Nii-Laryea et al. (2020)** indica que el porcentaje de celulosa en la CA oscila entre el 28% y el 49%, y el porcentaje de hemicelulosa entre el 16% y el 22%. Además de la celulosa, la cáscara del arroz contiene muchos azúcares: xilosa, arabinosa y galactosa. La lignina da rigidez estructural a la corteza y se concentra en las paredes celulares. Su porcentaje oscila entre el 19% y el 25%. De manera complementaria, **Vargas & Pérez (2018)** indica que está compuesto por tejido vegetal consistente en celulosa (\pm 40%) y sílice. Tiene un alto contenido de sílice (SiO₂) y cuando se fusiona con otros óxidos metálicos forma varios tipos de vidrio y se utiliza en la producción de cemento y materiales cerámicos. En cuanto a sus características, **Noaman et al. (2019)** mencionan que existe variedad de cáscara de arroz, estos se caracterizan según la forma de la semilla, que pueden ser de maíz, trigo, cebada, avena entre otros; asimismo, se diferencian por su tamaño, longitud, espesor y sus aspectos externos como la superficie homogénea. Además, **Nurtanto et al. (2020)** infieren sobre cómo la forma afecta en que el aire queda atrapado en las

ventilaciones externas y afecta el contenido de humedad de la estructura. Proceso a través del cual se obtiene CCA, de acuerdo con **Chavarria et al. (2021)** mencionan lo siguiente: El primer paso es la combustión; aquí se queman las cáscaras de arroz entre unos 400°C y 600°C con el objetivo de mantener el estado amorfo; asimismo, el tiempo cumple una gran función en esta etapa para que la composición química sea eficiente y que la ceniza sea resistente y aceptable. Además, **Moreno et al. (2019)** precisa sobre el último paso es la molienda, en este último proceso las cenizas se reducen para alcanzar la finura y calidad deseada, y que será medida por medio de un tamiz N°80, Para evaluar la variable LA con adición de CCA se tomará en cuenta lo postulado por **González et al. (2019)** quienes indican las siguientes dimensiones: **i) Propiedades físicas**; son las características que describen a un objeto o material; ya sea su forma, color, tamaño, densidad y dureza que por lo general son medibles. Tiene como indicador: *Contenido de Humedad*, este valor se determina por medio de un método termogravimétrico; es decir, pérdida de humedad por secado, a través del cual se calienta la muestra y se detalla la pérdida de peso a causa de la evaporación de la humedad. *Granulometría Límites*; permite medir el peso del material, este pasa por un cedazo de una malla calibrada; los tamices se superponen y reducen la malla, por ende, se mide el peso del material retenido en cada malla, Por último, **ii) Diseño de mezcla**; es un proceso integrado por pasos que depende entre sí; este consiste en seleccionar los ingredientes a utilizar (CCA, arcilla, entre otros) que van a formar parte de la prueba, donde dichas mezclas permitirán producir un material en específico (**González et al., 2019**). Presenta el siguiente indicador: *Proporción de agregados, arcilla y CCA*. A continuación, se exponen las bases teóricas de la **Capacidad de resistencia a compresión del ladrillo**; para lo cual se describe sobre el ladrillo, donde **Norma E.070 Albañilería. (2020)** los ladrillos son unidades elaboradas por arcilla o cualquier otro tipo de material terrestre que sometido a altas temperaturas permite la formación de este material. En lo que respecta con **Ramos & López (2019)** indican que este es el elemento básico para la construcción; dado que son pequeñas piezas por lo general rectangulares que son utilizados en la construcción de muros o paredes; asimismo, estos elementos son elaborados por el hombre desde hace muchos años. Además, **Christy et al. (2020)** postulan que es un bloque que puede ser manejado con

facilidad con las manos porque tiene un peso ligero. Por su parte, **Zhang & Biswas (2021)** infieren que estos bloques hechos de arcilla son comprimidos con la finalidad de ser utilizados en distintas estructuras, es decir, son básicos para la construcción. Por otro lado, se define a los ladrillos artesanales, donde **Ikechukwu & Shabangu (2021)** mencionan que estos se elaboran de forma manual o con maquinaria básica, asimismo, estos se aplanan bajo presión, el moldeo consiste en la incorporación de agua y arena con el propósito de que la arcilla se mezcle con todos los elementos para brindar un acabado efectivo. Asimismo, **Sahu et al. (2019)** sostienen que la arcilla no presenta una composición química, dado que es una mezcla de distintos minerales, por lo que se precisa que es una materia prima abundante. En lo que respecta a sus propiedades físicas y mecánicas del ladrillo, donde **Gencel et al. (2020)** precisan que hace mención a la resistencia de la albañilería; es decir, que debe de contar con las dimensiones adecuadas respecto al ancho, alto y largo. Asimismo, **Edike et al. (2020)** el alabeo o deformación máxima del ladrillo da como resultado un mayor espesor, esta prueba se lleva a cabo colocando la superficie de instalación del dispositivo sobre un espacio plano y luego se coloca una regla en que debe conectarse el extremo diagonal del dispositivo, luego se establecerán un punto máximo de deflexión, y los resultados que se obtengan serán mostrados en milímetros. Por otro lado, **Nowak et al. (2021)** precisan sobre las siguientes características: Absorción, es la capacidad que tiene la unidad de arcilla, la cual no debe excederse al 22%, por cuanto a mayor absorción mayor será la porosidad, esto crea una mayor resistencia a la acción de este; lo que busca es la resistencia de la pared para cumplir con lo estipulado por la Norma E. 070. De acuerdo con **Muñoz et al. (2019)** precisan sobre la succión; es el nivel de agua que puede resistir, lo cual va a definir la resistencia de mampostería; por último, sus propiedades mecánicas, es el grado de durabilidad; es decir, cumplir con los requisitos mínimos y específicos de la normativa mampostería E.070. Respecto a sus características generales, **Damanhuri et al. (2020)** dan a conocer que estos pueden ser huecos, sólidos o tubulares, se pueden fabricar de manera artesanal o industrial, y para que logren la resistencia se hace uso de mampostería de concreto, donde el tiempo de uso es de 28 días si es que se utiliza agua para curar. Para evaluar a la variable se tomará en cuenta, la **Norma E.070 Albañilería. (2020)** quien expone como

dimensión: **i) Resistencia a Compresión**; es la capacidad que tiene un material para soportar una carga por unidad de área, la cual es expresada en términos de esfuerzo (Kg/cm^2 , MPa); asimismo, se mide por medio de máquinas de ensayo de compresión. Presenta como indicador: *Prensa hidráulica*, es un sistema o máquina que sirve para comprimir algún objeto o material; asimismo, sirve para presar como levantar elementos pesados.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de la presente investigación fue **aplicada**; porque se comprobó la hipótesis formulada por el investigador por medio de la causa y efectos de los temas. Tal como indican, **Ñaupas et al. (2018)** estas investigaciones buscan dar soluciones a determinados problemas, enfocados en aplicar su conocimiento y contribuir en el desarrollo de la sociedad.

El enfoque del estudio fue **cuantitativo**, porque se emplearon frecuencias y porcentajes para comprender la causa y efecto; asimismo, corroborar las teorías por medio del análisis estadístico. Tal como postula, **Fuentes-Doria et al. (2020)** se centran en cuantificar las evidencias recopiladas a través del enfoque deductivo para expresar los resultados en gráficos estadísticos.

3.1.2. Diseño de investigación

Según las características del estudio, presentó un **diseño experimental**; de tipo **cuasi experimental**; por cuanto, se elaboraron bloques de LA para la comparación de la resistencia en cada grupo, con la finalidad de medir el impacto e influencia que tiene la CCA en la elaboración de los LA. Como indica **Arbaiza (2019)** estas investigaciones ponen a prueba las variables distribuidas en grupos para su posterior comparación.

En ese sentido se muestra la siguiente gráfica N°01:

GE(1)=	X1(15 % Ladrillo incluyendo CCA)	O1	X1(15 % Ladrillo incluyendo CCA)
GE(2)=	X1(20 % Ladrillo incluyendo CCA)	O1	X1(20 % Ladrillo incluyendo CCA)
GE(3)=	X1(25 % Ladrillo incluyendo CCA)	O1	X1(25 % Ladrillo incluyendo CCA)
GC	Sin incorporación	O	

GC = Grupo control

GE = Grupo experimental

X1 = Porcentaje de CCA

O1 = Medición

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Adición de CCA

Definición conceptual: Ceniza de cáscara de arroz, tejido celulósico vegetal compuesto por materia orgánica, 85% **(González et al., 2019)**

Definición operacional: Se ha usado CCA para determinar la resistencia óptima en LA, a los que se le agregará 15%, 20% y 25% de descuento del peso de los LA.

Indicadores: -Contenido de Humedad, Granulometría, Límites de atterberg. - Proporción de agregados, arcilla y CCA.

Escala: Intervalo

Variable Dependiente: Resistencia a compresión del ladrillo

Definición conceptual: Es la capacidad que tiene un material para soportar una carga por unidad de área, la cual es expresa en términos de esfuerzo (Kg-f/cm², MPa); asimismo, se mide por medio de máquinas de ensayo de compresión axial (Norma E.070 Albañilería., 2020)

Definición operacional: Esta es la máxima resistencia que puede soportar el ladrillo de arcilla cocido con ceniza de cáscara de arroz.

Indicadores: resistencia a la compresión.

Escala: Intervalo

Nota: La operacionalización de las variables se encuentra detallado en el anexo 1

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según **Hernández et al. (2018)** la población es el conjunto de individuos, objetos o elementos que coexisten en un espacio y tiempo en específico, comparten costumbres y cualidades que lo hacen diferente del resto. Esta investigación tuvo como población a los LA de la ladrillera Montalván fabricados con adición de CCA en los porcentajes de 0%; 15%; 20% y 25%.

3.3.2. Muestra

De acuerdo con **Carrasco (2019)** la muestra es un porcentaje significativo equivalente o no de la población; es seleccionada según el criterio del investigador y los propósitos que tena el estudio. En el estudio la muestra estuvo integrada por 20 ladrillos que fueron diseñados para realizar pruebas de RC incluyendo el ladrillo patrón y ladrillos con adición de CCA con los siguientes porcentajes: 00%, 15%, 20% y 25%. Con medidas promedias de 13.7 cm ancho, 12 cm alto y 24 cm largo.

La NTP 339-613:2005, UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, 1ª Edición. El 13 de julio del

2005, para los especímenes de prueba: se ensayarán 5 Unidades de ladrillos enteros completamente secas (véase 11.2).

3.3.3. Muestreo

El muestreo que se aplicó fue no probabilístico, puesto que no se hizo uso de herramientas estadísticas para la selección de la muestra; es decir, se definieron según el investigador. Como indica, **Carrasco (2019)** estos muestreos se caracterizan por que el investigador es quien determina los elementos de estudio, sin el requerimiento de fórmulas matemáticas.

Unidad muestral

Ladrillo diseñado con adición de CCA y medir la resistencia a la compresión de LA, Habana – Moyobamba 2022.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

La observación empírica: Esta técnica fue necesaria para recoger las evidencias de forma visual, analizar los porcentajes CCA y obtener un ladrillo de resistencia. Como indica **Cohen & Gómez (2019)** permite observar atentamente los hechos y de acuerdo a ello, recabar datos y registrarlos para su posterior evaluación o análisis; esta herramienta permite al investigador obtener un mayor número de evidencias.

Instrumento

Ficha de observación: Este instrumento permitió registrar los datos de las pruebas de laboratorio llevadas a cabo en el grupo control y el grupo experimental con la finalidad de determinar las propiedades físicas concernientes a la resistencia a la compresión. Este instrumento fue validado de acuerdo con las normativas y reglamentos de la Norma Técnica P 399.613 aprobadas.

3.5. Procedimientos

En el procedimiento se efectuaron diferentes procesos los cuales formaron parte de la investigación: La primera actividad realizada fue la extracción del material, en este caso la arcilla obtenida de cantera de la ladrillera Montalván. Seguido, se ha realizado la mezcla con el material de cantera (arcilla), en el cual se incluyó la CCA en los porcentajes de 0%, 15%, 20% y 25%. También, se ha elaborado 5 ladrillos con control de 0 % de CCA, por consiguiente, se ha elaborado 5 ladrillos de arcilla con adición de CCA al 15%, 5 ladrillos de arcilla con adición de CCA al 20% y 5 ladrillos de arcilla con adición de CCA al 25%. Cabe mencionar que se ha llevado a cabo el proceso de secado y quemado correspondientes. Por último, los ensayos de laboratorio, ha comprendido la prueba de resistencia a la compresión, y los resultados de las pruebas se realizaron en el laboratorio. LM CECONSE EIRL – Moyobamba.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de la información obtenida se ha utilizado la estadística descriptiva, incluyendo en la elaboración de tablas y gráficos estadísticos, y los datos los cuales van a ser procesados en Microsoft Office Excel 2022. Para los levantamientos de campo se realizaron varios ensayos en 20 ladrillos de arcilla en el laboratorio LM CECONSE EIRL – Moyobamba, seleccionados e identificados. Al 0%, 15%, 20% y 25% de CCA para pruebas de procesamiento de datos.

3.7. Aspectos éticos

En la investigación se recopilaron conocimientos internacionales, nacionales y locales citados de las referencias necesarias. Se cumple la norma internacional ISO 690-1. Como estudiantes y futuros ingenieros en el campo de la ingeniería civil, este tema se ha desarrollado de manera honesta y confiable, con el fin de ayudar a los investigadores a actuar de manera responsable, ordenada y beneficiosa para la sociedad. Además, se consideró los principios éticos de la

UCV, que son los siguientes: Beneficencia; por cuanto los resultados que se logren de la elaboración de ladrillos en base a ceniza de cáscara de arroz añadido en la arcilla serán de gran ayuda tanto para las empresas como para la comunidad, tanto económica como ambiental. No maleficencia; puesto que solo se llevó a cabo con fines académicos y no se buscó hacer daño a las empresas. Por último, cabe señalar que se tomó en cuenta a las normas APA 7^o edición para citar las referencias bibliográficas y además respetar los derechos de autor.

IV. RESULTADOS

Objetivo específico 1: Determinar las propiedades físicas del ladrillo de arcilla, Habana – Moyobamba 2022.

Tabla 1: Contenido de humedad de la arcilla

Descripción	Especificaciones	
	1	2
Lata		
Peso de lata g	14.97	15.07
Peso del suelo húmedo + lata g	214.97	215.09
Peso del suelo seco + lata g	179.52	179.75
Peso del agua g	35.45	35.34
Peso del suelo seco g	164.55	164.68
Humedad %	21.54	21.46
Promedio % de humedad	21.50	

Fuente: laboratorio LM CECONSE EIRL – Moyobamba

Interpretación: En la tabla 1, se muestra el cálculo del contenido de humedad de la arcilla para elaboración de los ladrillos, obtenido de la cantera de la ladrillera Montalván Hermanos SAC, se realizó dos muestras para adquirir el porcentaje de humedad, arrojando un porcentaje promedio de humedad de 21.50%.

Tabla 2: Análisis granulométrico por tamizado

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.426			0.0%	100.0%
Nº 50	0.297	0.1	0.0%	0.0%	100.0%
Nº 60	0.250	0.1	0.0%	0.1%	99.9%
Nº 80	0.177	0.1	0.1%	0.1%	99.9%
Nº 100	0.149	0.1	0.0%	0.2%	99.8%
Nº 200	0.074	0.4	0.2%	0.3%	99.7%
Fondo	0.01	249.2	99.7%	100.0%	0.0%
TOTAL		250.00			

Fuente: laboratorio LM CECONSE EIRL – Moyobamba

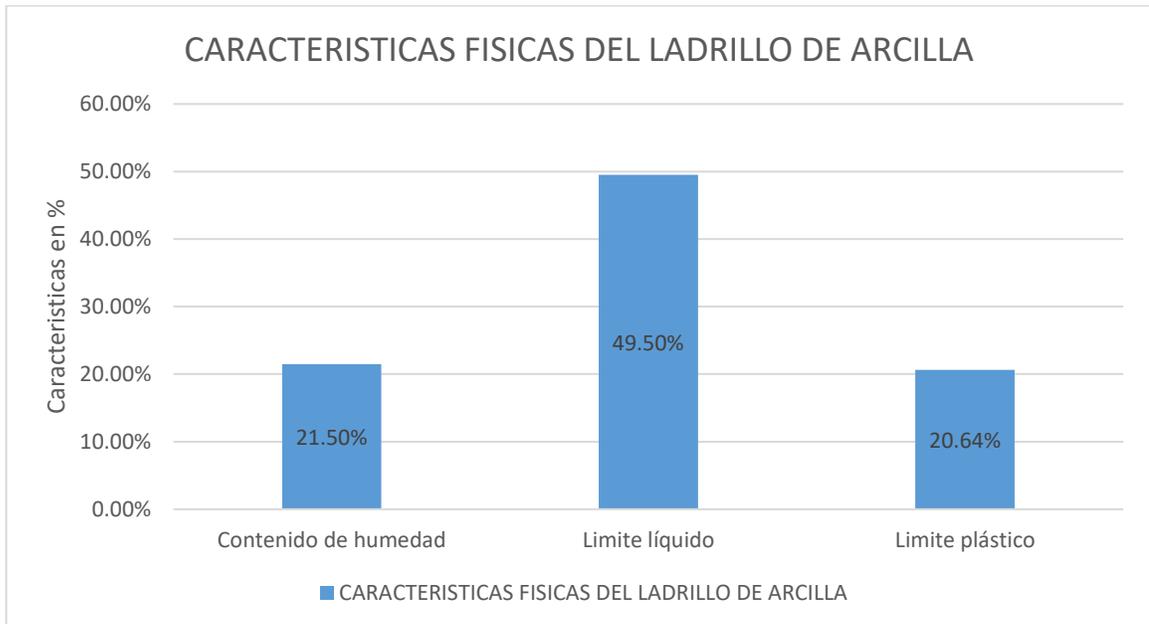
Interpretación: En la tabla 2, se muestra el análisis granulométrico de la arcilla para elaboración de los ladrillos, obtenido de la cantera de la ladrillera Montalván Hermanos SAC, con las cantidades de partículas retenidas en cada malla de diferentes aberturas, comenzando por la malla número 50 y terminando en la malla número 200.

Tabla 3: Características físicas del ladrillo de arcilla

Características	Valor	Und
Contenido de humedad	21.50	%
Limite líquido	49.20	%
Limite plástico	20.64	%
Índice de plasticidad	28.56	%
Granulometría (pasa malla #200 - limos y arcillas)	99.69	%
Clasificación SUCS	SUCS = CL	
Clasificación AASHTO	AASHTO=A-7-6(20)	

Fuente: laboratorio LM CECONSE EIRL – Moyobamba

Gráfico 02: Características físicas del ladrillo de arcilla



Fuente: Elaboración propia de los tesisistas.

Interpretación

Se observa los ensayos de laboratorio realizados donde se obtuvo los siguientes resultados: Contenido de humedad de 21.50%, límite líquido de 49.20%, límite plástico de 20.64% y de acuerdo con la granulometría la clasificación del suelo según SUCS es CL y según AASHTO=A-7-6(20), que corresponde a un suelo de arcilla de baja comprensibilidad, con condiciones óptimas para la elaboración de ladrillo de arcilla.

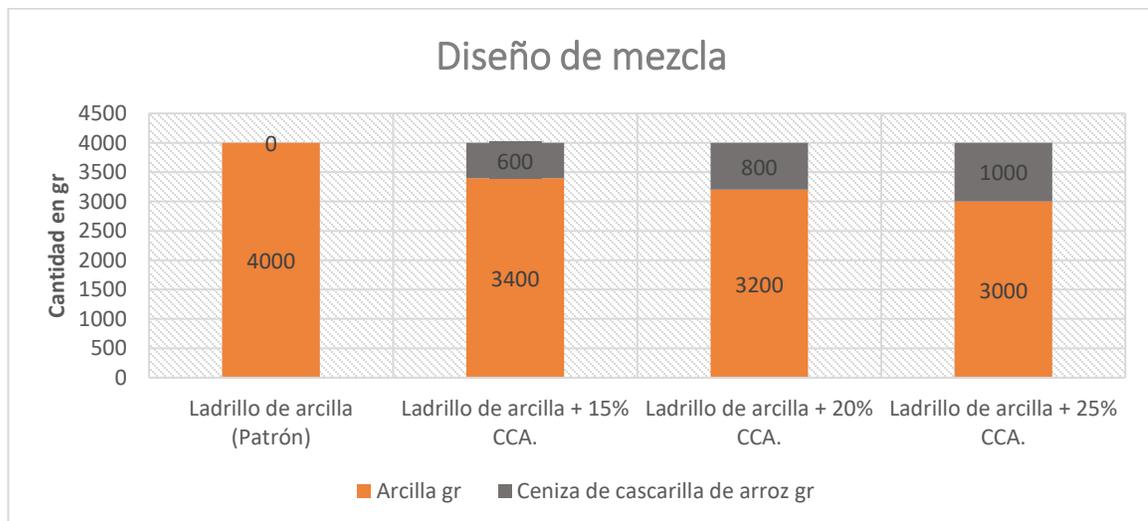
Objetivo específico 2: Realizar el diseño de mezcla para el ladrillo de arcilla con la adición de CCA al 15%, 20% y 25%, Habana – Moyobamba 2022.

Tabla 4: Diseño de mezcla para ladrillo de arcilla con adición de CCA al 15%, 20% y 25%.

Material	Und	Ladrillo de arcilla (Patrón)	Ladrillo de arcilla + 15% CCA.	Ladrillo de arcilla + 20% CCA.	Ladrillo de arcilla + 25% CCA.
Arcilla	gr	4000	3400	3200	3000
CCA	gr	-	600	800	1000

Fuente: Elaboración propia de los tesistas.

Gráfico 03: Diseño de mezcla para ladrillo de arcilla con adición de CCA al 15%, 20% y 25%.



Fuente: Elaboración propia de los tesistas.

Interpretación

Como se observa en la tabla 2, se utilizó 4,000 gr de arcilla, para la elaboración del ladrillo patrón; y para la elaboración del ladrillo con las adicciones de la CCA, se retiró la masa de 15%, 20% y 25%, de arcilla de la muestra patrón y se sustituyó por la CCA en masas de (600 gr; 800gr y 1000 gr), respectivamente.

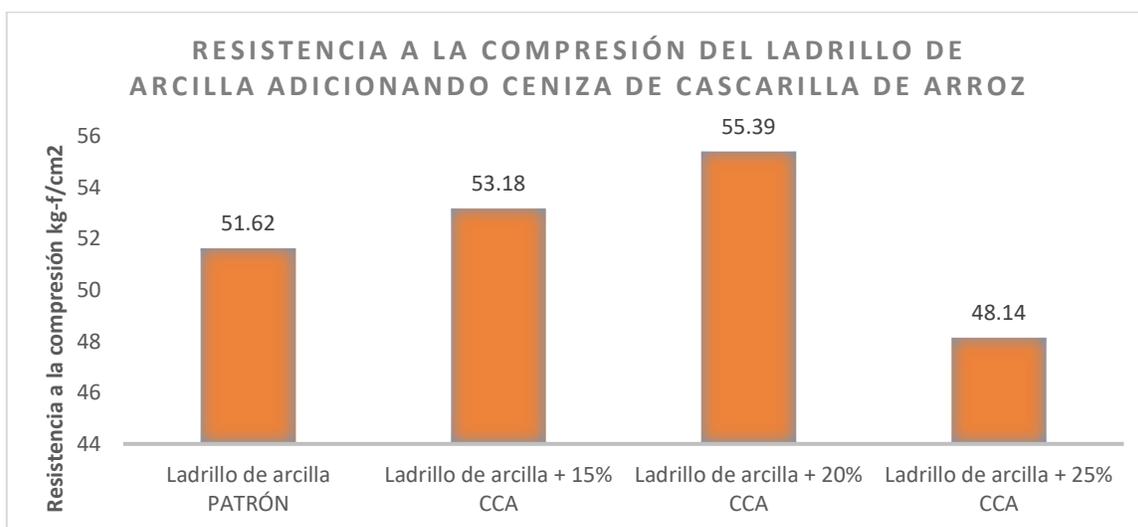
Objetivo específico 3: Conocer el nivel de resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla luego de la adición de la ceniza de cascarilla de arroz, Habana – Moyobamba 2022.

Tabla 5: Resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla luego de la adición de la CCA

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO. (kg-f/cm ²)
Ladrillo arcilla (PATRÓN)	51.62
Ladrillo arcilla + 15% CCA	53.18
Ladrillo arcilla + 20% CCA	55.39
Ladrillo arcilla + 25% CCA	48.14

Fuente: laboratorio LM CECONSE EIRL – Moyobamba

Gráfico 04: Resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla luego de la adición de la CCA.



Fuente: Elaboración propia de los tesisistas.

Interpretación

De los resultados obtenidos a la prueba de la resistencia a la compresión, se comprobó que el ladrillo de arcilla sin adicionar CCA tiene una resistencia promedio de $f'c = 51.62$ kg-f/cm²; ladrillo de arcilla adicionando 15% CCA tiene una resistencia promedio de $f'c = 53.18$ kg-f/cm²; ladrillo de arcilla adicionando 20% CCA tiene una resistencia promedio de $f'c = 55.39$ kg-f/cm²; ladrillo de arcilla adicionando 25% CCA tiene una resistencia promedio de $f'c = 48.14$ kg-f/cm², por lo tanto se comprobó que al adicionar el 20% de CCA, obtuvimos una máxima resistencia de $f'c = 55.39$ kg-f/cm², mejorando la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla y de acuerdo a la N.T – E 0.70 del Reglamento Nacional de Edificación; el ladrillo de arcilla adicionando CCA es de **TIPO I**, conforme a su tabla N° 01, de clases de unidad de albañilería para fines estructurales.

Contraste de hipótesis

En este procedimiento fue necesario la especificación de la hipótesis de investigación con sus respectivas hipótesis estadísticas, además se detalló la regla de decisión, se hizo un análisis descriptivo para conocer los valores iniciales de la variable, se ejecutó la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas y el último paso fue la aplicación de la prueba de Anova para establecer diferencias entre las evaluaciones.

Hipótesis de investigación

La ceniza de cascarilla de arroz si influye en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022.

Hipótesis estadísticas

H0: La ceniza de cascarilla de arroz no influye en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022.

H1: La ceniza de cascarilla de arroz si influye en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022.

Estadística descriptiva

Tabla 6. Estadígrafos de la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla según el agregado de ceniza de cascarilla de arroz

Estadígrafos	Patrón	15 % CCA	20 % CCA	25 % CCA
Media	51.6200	53.1800	55.3800	48.1400
Mediana	51.4000	53.4000	55.3000	48.3000
Desv. Desviación	0.67971	0.43818	0.43243	0.61074
Asimetría	0.714	-1.114	1.525	-1.696
Curtosis	-0.706	0.500	2.573	3.441

En la tabla se evidencia los valores promedios de la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla para el patrón y cada agregado de ceniza de cascarilla de arroz; logrando para la muestra patrón, 15 % de CCA, 20 % de CCA y 25 % de CCA un valor promedio de 51.62, 53.18, 55.38 y 48.14, respectivamente. En lo que refiere a la desviación estándar hay puntajes pequeños que suponen una distancia aceptable entre los datos, del mismo modo la asimetría y curtosis supone un acercamiento a la distribución normal.

Los resultados antes señalados indican variación en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla en los diferentes agregados de ceniza de cascarilla de arroz en comparación con el patrón, es decir la resistencia se diferencia en todas las evaluaciones, esto demuestra que el agregado de ceniza de cascarilla de arroz influye en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla. Esta diferencia de medias se observa en la siguiente figura.

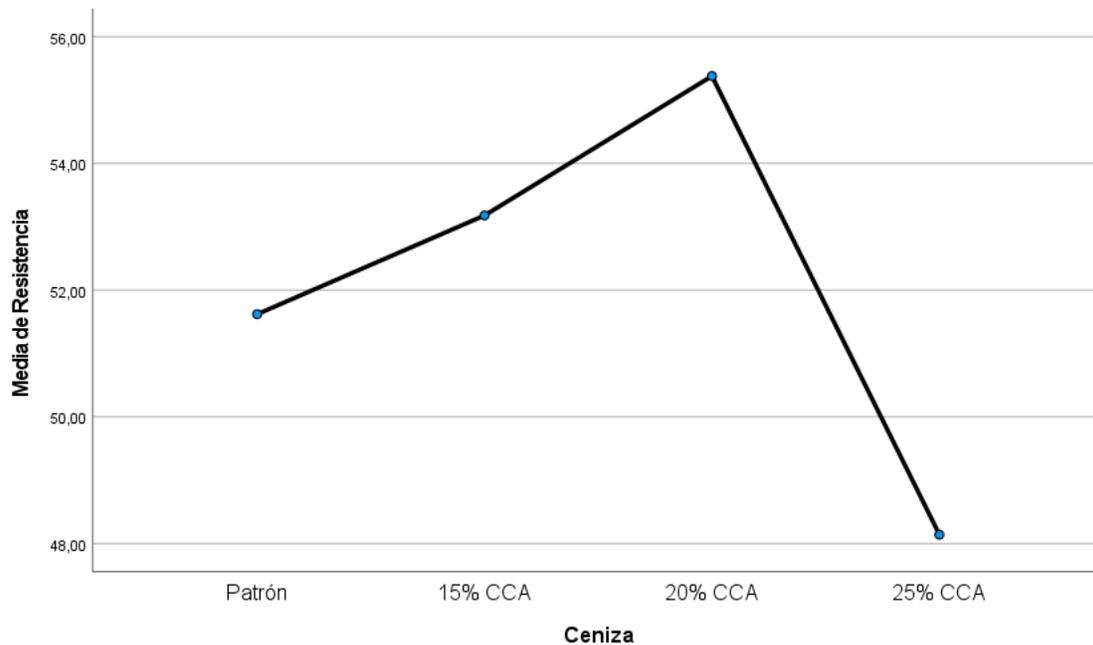


Figura 1. Diferencia de media de la resistencia

Los datos de la figura evidencian que la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla es diferente a lo que establece el patrón, incluso el 15 % CCA y 20 % CCA están por encima del patrón, sin embargo el 25 % CCA se encuentra por debajo del patrón.

Para conocer si la ceniza de cascarilla de arroz influye en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla se tuvo que hacer un análisis inferencial con la prueba Anova de un factor.

Estadística inferencial

En cuanto al procedimiento para comprobar la hipótesis fue necesario indicar la regla de decisión, someter los datos a la normalidad y con ello poner en práctica el estadístico Anova de un factor.

Regla de decisión

Si p-valor (Sig) resulta menor o igual a 0.05 (5%) se tiene que rechazar la hipótesis nula.

Si p-valor (Sig) es mayor a 0.05 (5%) no se tiene que rechazar la hipótesis nula.

Prueba de normalidad

H0: Los datos presentan normalidad

H1: Los datos no presentan normalidad

Tabla 7. Distribución normal de los datos para la resistencia a la compresión

	Ceniza	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	Patrón	,947	5	,717
	15% CCA	,892	5	,367
	20% CCA	,863	5	,240
	25% CCA	,828	5	,135

Los resultados luego de someter los datos a la prueba de normalidad con Shapiro-Wilk indican que la resistencia a la compresión presenta distribución normal porque el valor

de significancia resultó superior a 0.05. De esta manera se estableció el uso de Anova de un Factor. Estos valores de normalidad puedes verse gráficamente.

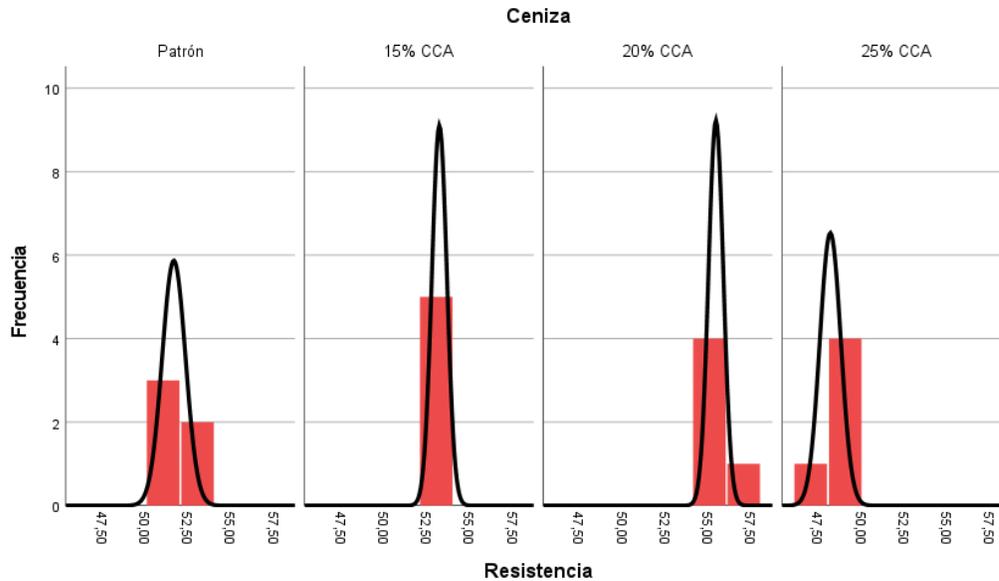


Figura 2 Histograma con curva normal

Prueba de homogeneidad de varianzas

H0: Las varianzas son iguales

H1: Las varianzas no son iguales

Tabla 8. Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	,629	3	16	,607
	Se basa en la mediana	,286	3	16	,835
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,286	3	14,410	,835
	Se basa en la media recortada	,584	3	16	,634

Los resultados luego de someter los datos a la prueba de homogeneidad con la prueba de Levene evidencian que los datos de la resistencia presentan varianzas iguales esto se debe a que el valor de significancia fue superior a 0.05.

Prueba ANOVA de un factor

Tabla 9. Prueba ANOVA de un factor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	139,176	3	46,392	152,857	,000
Dentro de grupos	4,856	16	,304		
Total	144,032	19			

Los resultados luego de aplicar el estadístico Anova de un factor evidencian que hay diferencias significativas en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla pues el valor p (0.000) es inferior a 0.05. Por esta razón el agregado de ceniza de cascarilla de arroz influye en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla. Y para determinar tal diferencia fue necesario usar comparaciones múltiples y de este modo especificar la evaluación con menor o mayor magnitud.

Pruebas post hoc

Tabla 10. Comparaciones múltiples de Tukey

(I) Ceniza	(J) Ceniza	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Patrón	15% CCA	-1,56000*	,34843	,002	-2,5569	-,5631
	20% CCA	-3,76000*	,34843	,000	-4,7569	-2,7631
	25% CCA	3,48000*	,34843	,000	2,4831	4,4769
15% CCA	Patrón	1,56000*	,34843	,002	,5631	2,5569
	20% CCA	-2,20000*	,34843	,000	-3,1969	-1,2031
	25% CCA	5,04000*	,34843	,000	4,0431	6,0369
20% CCA	Patrón	3,76000*	,34843	,000	2,7631	4,7569
	15% CCA	2,20000*	,34843	,000	1,2031	3,1969
	25% CCA	7,24000*	,34843	,000	6,2431	8,2369
25% CCA	Patrón	-3,48000*	,34843	,000	-4,4769	-2,4831
	15% CCA	-5,04000*	,34843	,000	-6,0369	-4,0431
	20% CCA	-7,24000*	,34843	,000	-8,2369	-6,2431

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Al haber sometido a los datos a una comparación múltiple (todos contra todos) se evidencia que todas las mediciones de la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla presentan diferencias significativas en comparación con el patrón (p-valor inferior a 0.05). Para determinar con exactitud las diferencias se presentan los subconjuntos homogéneos, resumen que agrupa de forma adecuada los valores promedios y las diferencias.

Subconjuntos homogéneos

Tabla 11. Subconjuntos homogéneos de Tukey

Ceniza	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
25% CCA	5	48,1400			
Patrón	5		51,6200		
15% CCA	5			53,1800	
20% CCA	5				55,3800
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.					

En los subconjuntos homogéneos se agrupan los datos de la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla en 4 subconjuntos, en donde es evidente las diferencias significativas entre todas las evaluaciones. De este modo se concluye que la ceniza de cascarilla de arroz si influye en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022, debido que los valores reportados de resistencia en los diferentes agregados resultaron ser estadísticamente diferentes al valor del patrón. Además es preciso señalar que el 25% CCA fue menor; y que el 15% CCA y 20% CCA fueron mayores, con respecto al patrón.

V. DISCUSIÓN

Objetivo general: Determinar la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022.

Después de realizar los ensayos de la RC, se obtuvo una resistencia promedio del ladrillo de arcilla sin adicionar CCA de $f'c= 51.62 \text{ kg/cm}^2$; ladrillo de arcilla adicionando 15% CCA tiene una resistencia promedio de $f'c= 53.18 \text{ kg/cm}^2$; ladrillo de arcilla adicionando 20% CCA tiene una resistencia promedio de $f'c= 55.39 \text{ kg/cm}^2$; ladrillo de arcilla adicionando 25% CCA tiene una resistencia promedio de $f'c= 48.14 \text{ kg/cm}^2$, obteniendo mejora en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla y de acuerdo a la N.T – E0.70 del reglamento nacional de edificación.

De acuerdo al objetivo general, **Sánchez-Vásquez et al. (2021)** en su artículo tuvo un enfoque cuantitativo, tipo aplicado, diseño experimental, a la muestra lo integraron 17 bloques de ladrillo que recibieron tres tratamientos distintos con adición de cascarilla de arroz (5%, 10% y 15%). En sus resultados dieron a conocer que al añadir 5% de CCA a los bloques de ladrillo, mejora la resistencia a la compresión de 24,6Mpa. Por lo cual, los autores llegaron a la conclusión que al agregar solo el 5% de CCA mejora significativamente la capacidad de resistencia a la compresión de los ladrillos; es decir, está dentro de los parámetros establecidos en la NTP-339.613. Se llega a la conclusión que la ceniza de cascarilla de arroz si influye de manera directa en la resistencia de compresión.

Primer objetivo específico: Determinar las propiedades físicas de ladrillo de arcilla, Habana – Moyobamba 2022.

De los ensayos de laboratorio realizados donde se obtuvo los siguientes resultados: Contenido de humedad de 21.50%, límite líquido de 49.20%, límite plástico de 20.64% y de acuerdo con la granulometría la clasificación del suelo según SUCS es CL y según AASHTO=A-7-6(20), que corresponde a un suelo de arcilla de baja compresibilidad, con condiciones óptimas para la elaboración de ladrillo de arcilla.

De acuerdo al primer objetivo de determinar las propiedades físicas de la arcilla se indica a **Córdova Tineo Olver (2019)**, en su tesis titulada: “Evaluación de la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla con adición de CA, Calzada, 2019. El objetivo principal es Determinar si la adición de CA en ladrillo de arcilla mejora su capacidad de resistencia a la compresión, es por ello que determino las propiedades físicas de la arcilla en la cual se obtuvo los siguientes resultados Contenido de humedad de 35.54%, límite líquido de 50.18%, límite plástico 34.53% y de acuerdo con la granulometría la clasificación del suelo según SUCS es MH y según AASHTO es A-7-6(20), que corresponde a un suelo con alta plasticidad, con condiciones óptimas para la elaboración del ladrillo.

De la comparación de los resultados se tiene que tener en cuenta las propiedades físicas de los agregados para poder desarrollar un correcto diseño de mezcla para la fabricación de ladrillos de arcilla. Asimismo, se puede apreciar que la clasificación del material influye en la elaboración de los ladrillos de arcilla, como podemos observar que nuestra investigación se trabajó con muestras de CL (arcilla de baja compresibilidad) en cambio Córdova Tineo Olver (2019), su muestra de investigación es una MH (limo de alta plasticidad), teniendo características de plasticidad diferente por lo tanto los porcentajes de adición de la CCA, serán distintas.

Segundo objetivo específico: Realizar el diseño de mezcla para el ladrillo de arcilla con la adición de ceniza de la cascarilla de arroz al 15%, 20% y 25%, Habana – Moyobamba 2022.

Como se observa en la tabla 2 se utilizó 4,000 gr de arcilla, para la elaboración del ladrillo patrón; y para la elaboración del ladrillo con las adiciones de la CCA, se retiró la masa de 15%, 20% y 25%, de arcilla de la muestra patrón y se sustituyó por la CCA en masas de (600 gr; 800gr y 1000 gr), respectivamente. Por otro lado, De acuerdo al segundo objetivo de determinar las propiedades físicas de la arcilla se indica a **Córdova Tineo Olver (2019)** en su tesis titulada:” Evaluación de la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla con adición de cascarilla de arroz, Calzada, 2019. En uno de sus objetivos específicos es el diseño de mezcla para el

ladrillo King Kong de arcilla, en los resultados se utilizó para el ladrillo convencional 2800 gr de arcilla; y para los ladrillos con adición al 1.50%, 3.00% y 4.50% se agrega cascarilla de arroz (42 gr, 84 gr y 126 gr) respectivamente. Se llega a la conclusión que para realizar los diseños de mezcla se toman como unidades de medidas a las masas (gr) de un ladrillo patrón y para la adicción del material a utilizar, se retiran los porcentajes de masas (gr) de la muestra patrón considerados en la investigación.

Tercer objetivo específico: Conocer el nivel de resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla luego de la adición de la ceniza de cascarilla de arroz, Habana – Moyobamba 2022.

Después de realizar los ensayos de la resistencia a la compresión, se obtuvo una resistencia promedio del ladrillo de arcilla sin adicionar CCA de $f'c= 51.62 \text{ kg/cm}^2$; ladrillo de arcilla adicionando 15% CCA tiene una resistencia promedio de $f'c= 53.18 \text{ kg/cm}^2$; ladrillo de arcilla adicionando 20% CCA tiene una resistencia promedio de $f'c= 55.39 \text{ kg/cm}^2$; ladrillo de arcilla adicionando 25% CCA tiene una resistencia promedio de $f'c= 48.14 \text{ kg/cm}^2$, obteniendo mejora en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla y de acuerdo a la N.T – E0.70 del reglamento nacional de edificación, en su tabla N°01 (Clases de unidad de albañilería para fines estructurales); el ladrillo de arcilla adicionando ceniza de cascarilla de arroz es de **TIPO I**, asimismo del ensayo a la resistencia a la compresión sin adicionar ceniza de cascarilla de arroz de $f'c= 51.62 \text{ kg/cm}^2$, con eso se demuestra que al adicionar ceniza de cascarilla de arroz tiene efecto en la resistencia a la compresión, porque al adicionar al 15% y 20% CCA mejoro su resistencia del ladrillo de arcilla, sin embargo, al adicionar 25% CCA disminuyo su resistencia.

De acuerdo al tercer objetivo que fue Conocer el nivel de resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla, con la adición de CCA, **Rodriguez Cortéz, Edy Napoleón (2020)**, en su tesis titulada “Diseño de ladrillo de arcilla artesanal con adición de ceniza de cascarilla de arroz para viviendas unifamiliares, Rioja – 2020”. Tiene como objetivo primordial de la investigación es en qué medida influyo la adición de CCA en el ladrillo de arcilla artesanal, con diferentes porcentajes (0%, 10% y 20%) para

posteriormente ser evaluados a los 7, 14 y 28 días. Los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión de esa investigación determinan que la adición de CCA influyo en la resistencia mecánica de los ladrillos de arcilla artesanal siendo las muestras con adición del 20% de CCA la más significativas con resistencias a la compresión de 20.50 kg/cm², 21.28 kg/cm² y 21.37 kg/cm²

Comparando ambos resultados se definió que la adición de CCA tiene un impacto directo en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla. Tal cual en esta investigación se obtuvo los resultados favorables de 55.39 kg/cm² con la adición del 20% de CCA.

VI. CONCLUSIONES

Conclusion general

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se concluye que, la adición de CCA de arroz en las proporciones de 15% y 20% en masa, sobre el ladrillo de arcilla, influye positivamente en la resistencia a la compresión, y en proporción de 25% influye negativamente, tiende a disminuir la resistencia a la compresión.

Conclusiones específicas

1. Se determino las propiedades físicas del ladrillo de arcilla con un contenido de humedad de 21.50%, limite liquido de 49.20%, limite plástico de 20.64% y de acuerdo con la granulometría la clasificación del suelo según SUCS es CL y según AASHTO=A-7-6(20), que corresponde a un suelo de arcilla de baja compresibilidad.
2. Se realizo pruebas para obtener el diseño de mezcla para el ladrillo de arcilla con adición de CCA al 15%, 20% y 25%; siendo el diseño más adecuado la adición de CCA a 20%.
3. De acuerdo a los resultados de la resistencia a la compresión el ladrillo de arcilla con adición del 20% de CCA, obtuvo una resistencia promedio de $f'c = 55.39$ kg/cm², aumentando en comparación con la unidad de ladrillo de arcilla sin CCA de $f'c = 51.62$ kg/cm².

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación general

Se sugiere tomar la información obtenida para la fabricación de ladrillos arcilla con la adicción de CCA al 20%, la cual, los resultados muestran una resistencia mayor y óptima con respecto a los ladrillos con adiciones al 15 % y 25 %.

Recomendación específicas

- 1 Se recomienda cuando se realicen investigaciones similares siempre tener en cuenta las propiedades físicas de los agregados para poder obtener un óptimo diseño de mezcla en la fabricación de ladrillos de arcilla.
- 2 Se recomienda que en los suelos de arcilla de baja comprensibilidad se adicione la CCA como mínimo al 20% para la fabricación de ladrillos de arcilla, de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba, se llega a una buena resistencia a la compresión obteniendo un producto de mejor calidad y resistencia.
- 3 Se recomienda que al momento de realizar las pruebas para obtener el diseño de mezcla en la fabricación de ladrillo de arcilla se tenga en cuenta las normas técnicas que se refieren al tema. Asimismo, se recomienda que al momento de realizar la prueba de resistencia a la compresión las muestras se encuentren en óptimas condiciones para que los resultados que se obtienen sean satisfactorios.

REFERENCIAS

- Aizpurúa, L. I., Moreno, G. M., & Caballero, K. (2018). Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. *Revista de I+D Tecnológico*, 14(2), 29–37. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/download/2071/3040?inline=1>
- Ajimotokan, H. A., Ibitoye, S. E., Odusote, J. K., Sinulingga, K., Sirait, M., & Maas, A. (2018). Addition of nano particles effect of rice husk ash as a mixture on the bricks strength. *Journal of Physics: Conference Series*, 1120(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1120/1/012090>
- Aquino, J. H., Herrera, M., Cayo, N. G., & Cachaca, G. S. (2021). Physical-mechanical assessment for soil-cement blocks including rice husk ash. *Case Studies in Construction Materials*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.CSCM.2021.E00548>
- Arbaiza, L. (2019). Como elaborar una tesis de grado. Colombia: Esan Ediciones.
- Athira, G., Bahurudeen, A., & Appari, S. (2019). Sustainable alternatives to carbon intensive paddy field burning in India: A framework for cleaner production in agriculture, energy, and construction industries. *Journal of Cleaner Production*, 236(1), 1–25. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.07.073>
- Barrios, N. D., Salas, N. L., & Paez, J. M. (2022). Unidad Constructiva Verde 2.0. *MÓDULO ARQUITECTURA CUC*, 28(1), 225–254. <https://doi.org/10.17981/MOD.ARQ.CUC.28.1.2022.07>
- Bebhe, K., & Daton, R. (2021). The effect of adding rice husk ash and coconut fiber on the compressive strength of white bricks. *ARTEKS: Jurnal Teknik Arsitektur*, 6(1), 119–128. <https://doi.org/10.30822/ARTEKS.V6I1.641>
- Berumen-Rodríguez, A. A., Pérez-Vázquez, F. J., Díaz-Barriga, F., Márquez-Mireles, L. E., & Flores-Ramírez, R. (2021). Revisión del impacto del sector ladrillero sobre el ambiente y la salud humana en México. *Salud Pública de México*, 63(1), 100–108. <https://doi.org/10.21149/11282>

- Carrasco, D. E., & Tinoco, O. D. (2019). *Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C. Chacapalpa/Oroya – Yauli - Junín*, (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú). Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5181>
- Carrasco, S. (2019). *Metodología de la investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Editorial San Marcos.
- Castillo, G., Peralta, J., Chavarry, J., & Muñoz, S. (2021). Uso de residuos agroindustriales en las propiedades mecánicas del concreto: Una revisión literaria. *Ingeniería y Sus Alcances, Revista de Investigación*, 5(13), 123–142. <https://revistaingenieria.org/index.php/revistaingenieria/article/view/95/215>
- Chavarria, L. J., Chavarry, C., Valencia, A., Pereyra, E., & Hurtado, C. (2021). Arcilla cocida como agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón estructural. *Aporte Santiaguino*, 14(2), 147. <https://doi.org/10.32911/AS.2021.V14.N2.759>
- Christy, N. H., Susanto, D., & Suganda, E. (2020). The compressive strength of unfired clay brick with sugarcane bagasse fiber (SBF) and bio-enzyme reinforcements. *International Journal of Technology*, 11(7), 1422–1429. <https://doi.org/10.14716/IJTECH.V11I7.4526>
- Cohen, N., & Gómez, G. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?* Editorial Teseo. http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_QUE.pdf
- Córdova, T. O., & Román, S. N. (2019). Evaluación de la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla con adición de cascarilla de arroz, Calzada, 2019, (Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejos). Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50445>
- Damanhuri, A., Lubis, A., Hariri, A., Herawan, S., Roslan, M., & Hussin, M. (2020). Mechanical properties of rice husk ash (rha) brick as partial replacement of clay.

Journal of Physics: Conference Series, 1529(4), 1–9.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1529/4/042034>

- De Silva, S., & Perera, B. (2018). Effect of waste rice husk ash (RHA) on structural, thermal and acoustic properties of fired clay bricks. *Journal of Building Engineering*, 18(1), 252–259. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2018.03.019>
- Delgado, S. (2020, February 17). *El porqué de la demanda contra las ladrilleras informales del Cusco*. Instituto de Defensa Legal. <https://www.idl.org.pe/el-porque-de-la-demanda-contra-las-ladrilleras-informales-del-cusco/>
- Durand, R., & Benites, L. (2018). Unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativa para la construcción sostenible. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 13(1), 21–32.
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1843>
- Edike, U. E., Ameh, O. J., & Dada, M. O. (2020). Production and optimization of eco-bricks. *Journal of Cleaner Production*, 266(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.121640>
- Fuentes, D., Toscano, A., Malvaceda, E., Díaz, J., & Díaz, L. (2020). *Metodología de la investigación*. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.
- Gencil, O., Erdugmus, E., Sutcu, M., & Oren, O. H. (2020). Effects of concrete waste on characteristics of structural fired clay bricks. *Construction and Building Materials*, 255(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.119362>
- González, K. D., Sánchez, R., Pita, D. J., & Pérez, L. F. (2019). Caracterización de las propiedades mecánicas de un ladrillo no estructural de tierra como soporte de material vegetal en muros verdes. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 20(3), 1–9. <https://doi.org/10.22201/FI.25940732E.2019.20N3.030>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill Education.
- Ikechukwu, A. F., & Shabangu, C. (2021). Strength and durability performance of masonry bricks produced with crushed glass and melted PET plastics. Case

Studies in Construction Materials, 14(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1016/J.CSCM.2021.E00542>

- Jácome, S. M., Suntaxi, M. J., & Dueñas, M. E. (2019). Análisis de las propiedades de bloques de construcción a partir de la fabricación de los mismos, con materiales reciclados como el pet, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar y cáscara de maní. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 1(1).
<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/12/propiedades-bloques-construccion.html>
- Jittin, V., Bahurudeen, A., & Ajinkya, S. D. (2020). Utilisation of rice husk ash for cleaner production of different construction products. *Journal of Cleaner Production*, 263(1), 22–27. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.121578>
- Martínez-Gatica, P. A., Hans, S., & Araya-Rodríguez, M. (2021). Comportamiento físico y mecánico de elementos no estructurales a base de concreto elaborado con fibra de cáscara de arroz. *Revista Tecnología En Marcha*, 34(5), 40–61.
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/5915/5645
- Mendoza, S. L. (2018). *Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas Huacrachuco 2017*, (Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte). Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/13431>
- Moreno, L. A., Ospina, M. A., & Rodríguez, K. (2019). Propiedades mecánicas del concreto fabricado con agregados reciclados extraídos de escombros de mampuestos de arcilla cocida. *Revista ESPACIOS*, 40(4), 1–12.
<https://www.revistaespacios.com/a19v40n04/19400412.html>
- Muñoz, J. A., Vera, F. M., Briones, A. N., Ruiz, W. E., & Guerrero, M. S. (2019). Determinación de la resistencia a la compresión de bloques, utilizando para su construcción, una mezcla de cemento, arena y triturados de ladrillos artesanales. *Revista de Investigaciones En Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT*, 4(1), 19–24. <https://doi.org/10.33936/RIEMAT.V4I1.1941>

- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U. <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
- Nii-Laryea, D., Owusu, R., & Yeboah, C. (2020). Effect of partial replacement of ordinary Portland Cement (OPC) with Ghanaian rice husk Ash (RHA) on the compressive strength of concrete. *Open Journal of Civil Engineering*, 10(4), 353–363. <https://doi.org/10.4236/OJCE.2020.104027>
- Noaman, A., Karim, R., & Islam, N. (2019). Comparative study of pozzolanic and filler effect of rice husk ash on the mechanical properties and microstructure of brick aggregate concrete. *Heliyon*, 5(6), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01926>
- Nowak, R., Kania, T., Derkach, V., Orłowicz, R., Halaliuk, A., Ekiert, E., & Jaworski, R. (2021). Strength parameters of clay brick walls with various directions of force. *Materials*, 14(21), 1–18. <https://doi.org/10.3390/MA14216461>
- Nurtanto, D., Junaidi, I., Wahyuningtyas, W., & Yunarni, W. (2020). Comparación de la adición de cenizas de cascarilla de arroz y cenizas de tejas a cemento de geopolímero en base a cenizas volantes con cemento Portland. *Revista Ingeniería de Construcción*, 35(3), 287–294. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732020000300287>
- Norma E.070 Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones*, 1 (2020) (testimony of Presidencia de la República). <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ramos, B., & López, J. (2019). El ladrillo de bloque de tierra comprimida: una alternativa para reducir la carga ambiental. *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología*, 8(1), 88–93. <https://www.lamjol.info/index.php/INNOVARE/article/view/9061/10298>

- Rodriguez, C. E., & Salazar, Z. G. (2020). *Diseño de ladrillo de arcilla artesanal con adición de ceniza de cascarilla de arroz para viviendas unifamiliares, Rioja – 2020*, (Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo). Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55302>
- Vargas, A., & Pérez, L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 59–72. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/3108/2874>
- Zambrano, V. M., Muñoz, M. J., Dueñas, R. A., Párraga, Á. R., & Loor, M. J. (2018). Evaluación de la cáscara de arroz para fabricación de ladrillos. *Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(10), 28-31. <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/46>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de las variables

Tabla N° 12:

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<p>Variable Independiente</p> <p>Adición de ceniza de cascarilla de arroz.</p>	<p>Ceniza de Cáscara de arroz, tejido celulósico vegetal compuesto por materia orgánica, 85% (González et al., 2019)</p>	<p>Se usará ceniza de cascarilla de arroz para determinar la resistencia óptima en ladrillos de arcilla, a los que se le agrega 15% 20% y 25% de descuento volumen ladrillos de arcilla</p>	<p>Propiedades físicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contenido de Humedad - Granulometría - Límites de atterberg 	<p>Intervalo</p>
<p>Variable Dependiente</p> <p>Resistencia a compresión del ladrillo.</p>	<p>Es la capacidad que tiene un material para soportar una carga por unidad de área, la cual es expresa en términos de esfuerzo (Kg-f/cm², MPa); asimismo, se mide por medio de máquinas de ensayo de compresión (Norma E.070 Albañilería., 2020)</p>	<p>Se realizo el ensayo en la máquina de prensa hidráulica totalmente calibradas en un laboratorio de mecánica de suelos y concreto.</p>	<p>Propiedad mecánica.</p>	<p>Resistencia a Compresión.</p>	<p>Intervalo</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla, Habana – Moyobamba 2022, Tabla N° 13

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e instrumentos
<p>Problema general ¿Cómo influye la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022?</p> <p>Problemas específicos P1: ¿Cuáles son las propiedades físicas de la arcilla, Habana – Moyobamba 2022? P2: ¿Se podrá realizar el diseño de mezcla para el ladrillo de arcilla con la adición de ceniza de la cascarilla de arroz al 15%, 20% y 25%, Habana – Moyobamba 2022? P3: ¿Cuál es la resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla luego de la adición de la ceniza de cascarilla de arroz, Habana – Moyobamba 2022?</p>	<p>Objetivo general Determinar la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022.</p> <p>Objetivos específicos O1: Determinar las propiedades físicas de la arcilla, Habana – Moyobamba 2022. O2: Realizar el diseño de mezcla para el ladrillo de arcilla con la adición de ceniza de la cascarilla de arroz al 15%, 20% y 25%, Habana – Moyobamba 2022. O3: Conocer la resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla luego de la adición de la ceniza de cascarilla de arroz, Habana – Moyobamba 2022.</p>	<p>Hipótesis general La ceniza de cascarilla de arroz si influye en la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla, Habana, Moyobamba – 2022.</p>	<p>Técnica Observación</p> <p>Instrumentos Ficha de observación</p>
Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones	

Tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo cuasiexperimental.

Población

Estuvo conformada por los ladrillos de arcilla de la ladrillera Montalván fabricados con adición de CCA en los porcentajes de 15%, 20% y 25%.

Muestra

Estuvo integrada por 20 ladrillos que fueron diseñados para realizar pruebas de resistencia a compresión incluyendo CCA con los siguientes porcentajes: 15%, 20% y 25%. Con medidas promedias de 13.7 cm ancho, 12 cm alto y 24 cm largo.

Variables	Dimensiones
Adición de ceniza de cascarilla de arroz	Propiedades físicas
Resistencia a compresión del ladrillo	Resistencia a Compresión

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

Es la observación empírica, la que es necesaria para recoger la investigación de forma visual, analizar los porcentajes de CCA y obtener un ladrillo de resistencia.

Los instrumentos serán válidas y confiables porque estaremos sujetos a las normas y reglamentos.

- Norma Técnica P 339.613:2005 aprobadas.
- Norma Técnica E. 0.70 albañilería aprobadas.

Anexo 4.
Ensayos de laboratorio



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Solicitante: ERWIN LOPEZ BARBARAN - PHETER OMAR MONTALVAN GONZALES

Proyecto de Tesis: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA, HABANA - MOYOBAMBA 2022

Localización del Proyecto: LADRILLERA MONTALVAN HERMANOS SAC. DISTRITO DE HABANA PROVINCIA DE MOYOBAMBA - SAN MARTIN

Descripción del material: ARCILLA DE BAJA COMPRESIBILIDAD

Calicata N°: M - LADRILLO # 01 Coordenadas: 270201.00 m E 9326485.00 m S

Prof. de la Muestra: - Componente: FINES DE INVESTIGACION

Fecha: 24-Nov-22 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP 75233

Determinación del % de Humedad Natural ASTM-D4959- N.T.P. 339.127

LATA	1	2
PESO DE LATA g	14.97	15.07
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA g	214.97	215.09
PESO DEL SUELO SECO + LATA g	179.52	179.75
PESO DEL AGUA g	35.45	35.34
PESO DEL SUELO SECO g	164.55	164.68
HUMEDAD %	21.54	21.46
PROMEDIO % DE HUMEDAD	21.50	

OBSERVACIONES: _____
_____ **N.D.** _____



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
E.SPECIALISTA EN LABORATORIO



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS

Proyecto: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRELOS DE ARCILLA, HABANA - MOYOBAMBA 2022
 Localización del Proyecto: LADRILLERA MONTALVAN HERMANOS SAC, DISTRITO DE HABANA PROVINCIA DE MOYOBAMBA - SAN MARTIN
 Descripción del material: ARCILLA DE BAJA COMPRESIBILIDAD
 Calkata N°: 01-LADRILLO PDS
 Hecho Por: ING LUIS LÓPEZ MENDOZA - CP 75213
 Solicitante: ERWIN LOPEZ BARBANAN - PIETER OMAR MONTALVAN GONZALEZ
 Muestra: LADRILLO
 Prof. de la Muestra: -
 Fecha: 14.08.22
 Coordenadas: 27001.00 v.E 8328493.00 v.S

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-DESI2 - N.T.P. 338.133

C	Peso	Fechado	Retención		% Ret.	Cálculo	Composición Granulométrica %			
			Finca	Acumulado			% SUCS	% O.C. Fines para clasificación	% Fines	% Fines
Tam 2.0	61.20					0.02%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 7.5	103.83					0.31%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 20	76.70					24.60%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 75	43.90					71.41%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 150	31.50					85.91%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 300	27.40					91.43%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 600	26.80					93.83%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 750	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 900	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1060	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1250	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1500	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1800	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 2100	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 2500	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 3000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 3750	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 4500	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 5250	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 6000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 7500	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 9000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 10600	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 12500	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 15000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 18000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 21000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 25000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 30000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 37500	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 45000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 52500	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 60000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 75000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 90000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 106000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 125000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 150000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 180000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 210000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 250000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 300000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 375000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 450000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 525000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 600000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 750000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 900000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1060000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1250000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1500000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1800000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 2100000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 2500000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 3000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 3750000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 4500000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 5250000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 6000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 7500000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 9000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 10600000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 12500000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 15000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 18000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 21000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 25000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 30000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 37500000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 45000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 52500000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 60000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 75000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 90000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 106000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 125000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 150000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 180000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 210000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 250000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 300000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 375000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 450000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 525000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 600000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 750000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 900000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1060000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1250000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1500000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 1800000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 2100000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 2500000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 3000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 3750000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 4500000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 5250000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 6000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 7500000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 9000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 10600000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 12500000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 15000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 18000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 21000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 25000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 30000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 37500000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 45000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 52500000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 60000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 75000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 90000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 106000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 125000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 150000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 180000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 210000000000	26.70					93.95%		100.0%	0.0%	0.0%
Tam 250000000000	26.70					93.95%				

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA, HABANA - MOYOBAMBA 2022

Localización del Proyecto: LADRILLERA MONTALVAN HERMANOS SAC. DISTRITO DE HABANA PROVINCIA DE MOYOBAMBA - SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARCILLA DE BAJA COMPRESIBILIDAD

Calicote N°: M - LADRILLO # 01

Perforación: -

Hecho Por: ING. LUIS LOPEZ MENDOZA - CIP. 75233

Coordenadas: 270201.00 m E. 9326485.00 m S

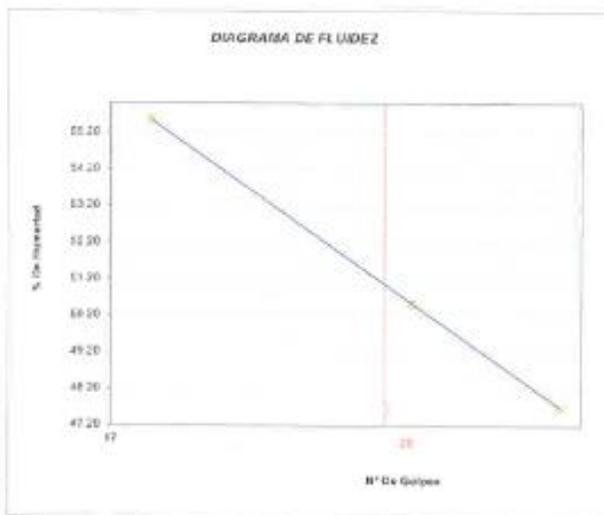
Progresiva: -

Fecha: 24-Nov-22

Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA (g)	26.20	20.45	25.84
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA (g)	61.45	61.25	61.05
PESO DEL SUELO SECO + LATA (g)	45.85	50.20	45.31
PESO DEL AGUA (g)	12.60	12.00	11.20
PESO DEL SUELO SECO (g)	22.65	23.75	23.47
% DE HUMEDAD	55.56	50.53	47.72
NUMERO DE GOLPES	18	26	32



Índice de Flujo (I)	0.03
Límite Líquido (%)	49.85
Límite Plástico (%)	20.64
Índice de Plasticidad (Ip) (%)	29.22
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(20)
Índice de consistencia (Ic)	0.97

Determinación del Límite Plástico

ASTM D-4316 - N.T.P. 339.128

LATA	1	2
PESO DE LATA (g)	27.25	26.70
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA (g)	47.36	46.75
PESO DEL SUELO SECO + LATA (g)	43.94	43.20
PESO DEL AGUA (g)	3.42	3.45
PESO DEL SUELO SECO (g)	16.69	16.60
% DE HUMEDAD	20.46	20.73
	20.64	




Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75203
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



LMCECONSE
CONSULTORES Y EJECUTORES

Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 493.50, Moyobamba -
Perú



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work
ASTM E4 - 16/NTP 339.613-17

CERTIFICADO : N° 0311
REALIZADO : Ing. J.L.L.M.C
SUPERVISADO: Ing. L.L.M
FECHA : 21/11/2022
HORA : 03:30:00 p. m.

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE
ARCILLA, HABANA - MOYOBAMBA 2022

SOLICITANTE : ERWIN LOPEZ BARBARAN - PHETER OMAR MONTALVAN GONZALES
DESCRIPCIÓN : LADRILLO PANDERETA - LADRILLERA MONTALVAN
UBICACIÓN : DISTRITO DE HABANA - MOYOBAMBA - SAN MARTIN
LUGAR DE EJECUCIÓN : LMCECONSE Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto.

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA EFECTIVA DEL LADRILLO (cm²)	VOLUMEN (cm³)	PESO (gr)	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	CARGA Kg-f	RESISTENCIA DE MUESTRA DE LADRILLO PATRON (kg/cm²)
1.00	Muestra: 01 Ladrillo Pandereta PATRON	21/11/2022	24.00	13.80	12.00	331.20	3974.40	2990	0.75	16950	51.2
2.00	Muestra: 02 Ladrillo Pandereta PATRON	21/11/2022	24.00	13.60	12.00	326.40	3916.80	2938	0.75	17180	52.6
3.00	Muestra: 03 Ladrillo Pandereta PATRON	21/11/2022	23.90	13.70	12.00	327.43	3929.16	2969	0.76	17020	52.0
4.00	Muestra: 04 Ladrillo Pandereta PATRON	21/11/2022	23.90	13.75	12.00	328.63	3896.42	2936	0.75	16900	51.4
5.00	Muestra: 05 Ladrillo Pandereta PATRON	21/11/2022	24.00	13.80	12.00	331.20	3974.40	2970	0.75	16650	50.9

P (máx): Carga máxima aplicada expresada en Kilogramos(fuerza)

R c: Resistencia a la compresión expresada en kg/cm²

Para el refrendado se utilizan almohadillas de neopreno de acuerdo al estándar de referencia.

Ladrillos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.

El ensayo se efectúa en una Prensa, con celda de carga calibrada.

El muestreo para la ejecución de ensayos de resistencia se cife a la norma ASTM C 172.

El promedio de la compresión de la rotura de ladrillos es de

51.62 kg/cm²

INGENIERO RESPONSABLE



Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work
ASTM E4 - 16/NTP 339.613-17

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA, HABANA - MOYOBAMBA 2022

SOLICITANTE : ERWIN LOPEZ BARBARAN - PHETER OMAR MONTALVÁN GONZALES

DESCRIPCIÓN : LADRILLO PANDERETA - LADRILLERA MONTALVÁN

UBICACIÓN : DISTRITO DE HABANA - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

LUGAR DE EJECUCIÓN : LMCECONSE Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto.

CERTIFICADO : N° 0312

REALIZADO : Ing. J.L.M.C

SUPERVISADO : Ing. L.L.M

FECHA : 21/11/2022

HORA : 04:20:00 p. m.

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	CARGA Kg _f	RESISTENCIA DE MUESTRA DE LADRILLO + 15% CCA (kg/cm ²)
1.00	Muestra: 01 Ladrillo Pandereta + 15% CCA	21/11/2022	23.90	13.70	12.00	3974.40	2910	0.73	17550	53.6
2.00	Muestra: 02 Ladrillo Pandereta + 15% CCA	21/11/2022	23.90	13.80	12.00	3916.80	2915	0.74	17620	53.4
3.00	Muestra: 03 Ladrillo Pandereta + 15% CCA	21/11/2022	24.00	13.60	12.00	3929.16	2820	0.72	17420	53.4
4.00	Muestra: 04 Ladrillo Pandereta + 15% CCA	21/11/2022	24.00	13.80	12.00	3896.42	2850	0.73	17390	52.5
5.00	Muestra: 05 Ladrillo Pandereta + 15% CCA	21/11/2022	23.90	13.70	12.00	3974.40	2920	0.73	17900	53.0

P (mb): Carga máxima aplicada expresada en Kilogramos(fuerza)

R_c: Resistencia a la compresión expresada en kg/cm²

Para el referencado se utilizan almohadillas de neopreno de acuerdo al estándar de referencia.

Ladrillos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.

El ensayo se efectúa en una Prensa, con célula de carga calibrada.

El muestreo para la ejecución de ensayos de resistencia se cife a la norma ASTM C 172.

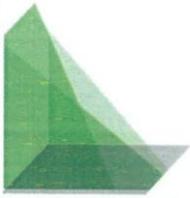
El promedio de la compresión de la rotura de ladrillos es de

53.18 kg/cm²

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

INGENIERO RESPONSABLE





LMCECONSE
CONSULTORES Y EJECUTORES

Centro de Servicios,

consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas

Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 493.50, Moyobamba -

Perú



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work
ASTM E4 - 16/NTP 339.613-17

PROYECTO DE TESIS

INFLUENCIA DE LA GENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE
ARCILLA, HABANA - MOYOBAMBA 2022

SOLICITANTE : ERWIN LOPEZ BARBARAN - PIETER OMAR MONTALVÁN GONZALES

DESCRIPCIÓN : LADRILLO PANDERETA - LADRILLERA MONTALVÁN

UBICACIÓN : DISTRITO DE HABANA - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

LUGAR DE EJECUCIÓN : LMCECONSE Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto.

CERTIFICADO : N° 0313

REALIZADO : Ing. J.L.L.M.C

SUPERVISADO: Ing. L.L.M

FECHA : 21/11/2022

HORA : 05:30:00 p. m.

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA EFECTIVA DEL LADRILLO (cm²)	VOLUMEN (cm³)	PESO (gr)	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	CARGA Kg-f	RESISTENCIA DE MUESTRA DE LADRILLO + 20% CCA (kg/cm²)
1.00	Muestra: 01 Ladrillo Pandereta + 20% CCA	21/11/2022	24.00	13.80	12.00	331.20	3874.40	2840	0.71	18250	55.1
2.00	Muestra: 02 Ladrillo Pandereta + 20% CCA	21/11/2022	23.90	13.70	12.00	327.43	3916.80	2820	0.72	18120	55.3
3.00	Muestra: 03 Ladrillo Pandereta + 20% CCA	21/11/2022	23.90	13.80	12.00	329.82	3929.16	2795	0.71	18150	55.0
4.00	Muestra: 04 Ladrillo Pandereta + 20% CCA	21/11/2022	23.90	13.80	12.00	329.82	3906.42	2759	0.72	18500	56.1
5.00	Muestra: 05 Ladrillo Pandereta + 20% CCA	21/11/2022	24.00	13.80	12.00	331.20	3974.40	2860	0.72	18350	55.4

P (Mód): Carga máxima aplicada expresada en Kilogramos(fuerza)

R' c: Resistencia a la compresión expresada en kg/cm2

Para el refrendado se utilizan almohadillas de neopreno de acuerdo al estándar de referencia.

Ladrillos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.

El ensayo se efectuó en una Prensa, con celda de carga calibrada.

El muestreo para la ejecución de ensayos de resistencia se cife a la norma ASTM C 172.

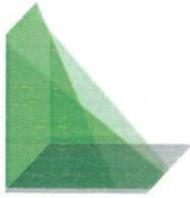
El promedio de la compresión de la rotura de ladrillos es de

55.39 kg/cm2

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

INGENIERO RESPONSABLE





LM CECONSE
CONSULTORES Y EJECUTORES

Centro de Servicios,

consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas

Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -

Perú



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work
ASTM E4 - 16/NTP 339.613-17

CERTIFICADO : N° 0314
REALIZADO : Ing. J.L.M.C
SUPERVISADO: Ing. L.L.M
FECHA : 21/11/2022
HORA : 06:30:00 p. m.

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE
ARCILLA, HABANA - MOYOBAMBA 2022

SOLICITANTE : ERWIN LOPEZ BARBARAN - PHETER OMAR MONTALVÁN GONZALES
DESCRIPCIÓN : LADRILLO PANDERETA - LADRILLERA MONTALVAN
UBICACIÓN : DISTRITO DE HABANA - MOYOBAMBA - SAN MARTIN
LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto.

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA ELECTORA DEL LADRILLO (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	CARGA (Kg.f)	RESISTENCIA DE MUESTRA DE LADRILLO + 25% CCA (kg/cm ²)
1.00	Muestra: 01 Ladrillo Pandereta + 25% CCA	21/11/2022	23.90	13.70	12.00	327.43	3974.40	2820	0.71	15850	48.4
2.00	Muestra: 02 Ladrillo Pandereta + 25% CCA	21/11/2022	24.00	13.70	12.00	328.80	3916.80	2790	0.71	15890	48.3
3.00	Muestra: 03 Ladrillo Pandereta + 25% CCA	21/11/2022	23.90	13.70	12.00	327.43	3929.16	2770	0.70	15790	48.2
4.00	Muestra: 04 Ladrillo Pandereta + 25% CCA	21/11/2022	24.00	13.80	12.00	331.20	3896.42	2745	0.70	15590	47.1
5.00	Muestra: 05 Ladrillo Pandereta + 25% CCA	21/11/2022	23.90	13.80	12.00	329.82	3974.40	2805	0.71	16060	48.7

P (mbx): Carga máxima aplicada expresada en Kilogramos(fuerza)

R c: Resistencia a la compresión expresada en kg/cm2

Para el refrendado se utilizan almohadillas de neopreno de acuerdo al estándar de referencia.

Ladrillos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.

El ensayo se efectúa en una Prensa, con célula de carga calibrada.

El muestreo para la ejecución de ensayos de resistencia se cife a la norma ASTM C 172.

El promedio de la compresión de la rotura de ladrillos es de

48.14 kg/cm2

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

INGENIERO RESPONSABLE





Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -
 Perú



Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA, HABANA – MOYOBAMBA 2022

Solicitante : ERWIN LOPEZ BARBARAN - PHETER OMAR MONTALVAN GONZALES

Lugar : LADRILLERA MONTALVAN HERMANOS SAC.

Laboratorio : LM CECONSE. Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto.

Realizado : Ing. Luis Lopez Mendoza CIP: 75233

Fecha : 21-Nov-22

ENSAYO DE ALABEO				
LADRILLO PANDETERA MUESTRA PATRON- LADRILLERA MONTALVAN				
N° de Ladrillos	Cara Superior(mm)		Cara inferior(mm)	
	concavo (mm)	convexo (mm)	concavo (mm)	convexo (mm)
M-1	1.50	0.00	1.50	0.00
M-2	1.50	0.00	1.50	0.00
M-3	2.00	0.00	1.00	0.00
M-4	2.00	0.00	1.50	0.00
M-5	2.00	0.00	1.00	0.00
Promedio mm	1.80	0.00	1.30	0.00

APROBADO
INGENIERO RESPONSABLE
SELLO Y FIRMA
  <p style="text-align: right;"> <i>Luis Lopez Mendoza</i> ING. CIVIL CIP N° 75233 ESPECIALISTA EN LABORATORIO </p>



Centro de Servicios,
 consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -
 Perú



Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA, HABANA – MOYOBAMBA 2022

Solicitante : ERWIN LOPEZ BARBARAN - PHETER OMAR MONTALVAN GONZALES

Lugar : LADRILLERA MONTALVAN HERMANOS SAC.

Laboratorio : LM CECONSE. Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto.

Realizado : Ing. Luis Lopez Mendoza CIP: 75233

Fecha : 21-Nov-22

ENSAYO DE ALABEO				
LADRILLO PANDETERA + 15% CCA (LADRILLERA MONTALVAN)				
N° de Ladrillos	Cara Superior(mm)		Cara inferior(mm)	
	concavo (mm)	convexo (mm)	concavo (mm)	convexo (mm)
M-1 + 15% CCA	1.50	0.00	1.50	0.00
M-2 + 15% CCA	1.25	0.00	1.25	0.00
M-3 + 15% CCA	1.50	0.00	1.75	0.00
M-4 + 15% CCA	1.75	0.00	1.25	0.00
M-5 + 15% CCA	1.50	0.00	1.25	0.00
Promedio mm	1.50	0.00	1.40	0.00

APROBADO
INGENIERO RESPONSABLE
SELLO Y FIRMA
  <p>Luis Lopez Mendoza ING. CIVIL CIP N° 75233 ESPECIALISTA EN LABORATORIO</p>



Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA, HABANA – MOYOBAMBA 2022

Solicitante : ERWIN LOPEZ BARBARAN - PHETER OMAR MONTALVAN GONZALES

Lugar : LADRILLERA MONTALVAN HERMANOS SAC.

Laboratorio : LM CECONSE. Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto.

Realizado : Ing. Luis Lopez Mendoza CIP: 75233

Fecha : 21-Nov-22

ENSAYO DE ALABEO				
LADRILLO PANDETERA + 20% CCA (LADRILLERA MONTALVAN)				
N° de Ladrillos	Cara Superior(mm)		Cara inferior(mm)	
	concavo (mm)	convexo (mm)	concavo (mm)	convexo (mm)
M-1 + 20% CCA	1.75	0.00	1.25	0.00
M-2 + 20% CCA	1.50	0.00	1.25	0.00
M-3 + 20% CCA	1.25	0.00	1.50	0.00
M-4 + 20% CCA	1.50	0.00	1.50	0.00
M-5 + 20% CCA	1.25	0.00	1.25	0.00
Promedio mm	1.45	0.00	1.35	0.00

APROBADO	
INGENIERO RESPONSABLE	
SELLO Y FIRMA	
	<p>Luis Lopez Mendoza ING. CIVIL, CIP N° 75233 ESPECIALISTA EN LABORATORIO</p>



Centro de Servicios,
 consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -
 Perú



Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA, HABANA – MOYOBAMBA 2022

Solicitante : ERWIN LOPEZ BARBARAN - PHETER OMAR MONTALVAN GONZALES

Lugar : LADRILLERA MONTALVAN HERMANOS SAC.

Laboratorio : LM CECONSE. Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto.

Realizado : Ing. Luis Lopez Mendoza CIP: 75233

Fecha : 21-Nov-22

ENSAYO DE ALABEO				
LADRILLO PANDETERA + 25% CCA (LADRILLERA MONTALVAN)				
N° de Ladrillos	Cara Superior(mm)		Cara Inferior(mm)	
	concavo (mm)	convexo (mm)	concavo (mm)	convexo (mm)
M-1 + 25% CCA	1.50	0.00	1.00	0.00
M-2 + 25% CCA	1.25	0.00	1.25	0.00
M-3 + 25% CCA	1.00	0.00	1.25	0.00
M-4 + 25% CCA	1.75	0.00	1.50	0.00
M-5 + 25% CCA	1.50	0.00	1.25	0.00
Promedio mm	1.40	0.00	1.25	0.00

APROBADO
INGENIERO RESPONSABLE
SELLO Y FIRMA
  <p><i>Luis López Mendoza</i> ING. CIVIL CIP N° 75233 ESPECIALISTA EN LABORATORIO</p>

Anexo 5.
Panel fotográfico

Anexo 5. Panel fotográfico.

La Ladrillera Montalván Hermanos SAC. Con RUC 20542206854, ubicada en la carretera Calzada – Habana 3.5 KM, en el distrito de Habana, provincia de Moyobamba departamento de San Martín, en las coordenadas UTM 9328662.73 m S y 270085.96 m E.

- **Fotografía N° 01 y 02:** Visita a la cantera de la ladrillera Montalvan, Habana - Moyobamba en las coordenadas UTM Zona 18 M, 9328525.54 m S y 270153.62 m E, para realizar la extracción de material.



- **Fotografía N° 03:** Centro de acopio de las diferentes canteras de la ladrillera Montalván antes de ser procesadas.



- **Fotografía N° 04 y 05:** Selección de la ceniza de la cascarilla de arroz, para la elaboración de los ladrillos con la adición de este elemento, CCA producido en la misma ladrillera producto del cocido de los ladrillos de arcilla.



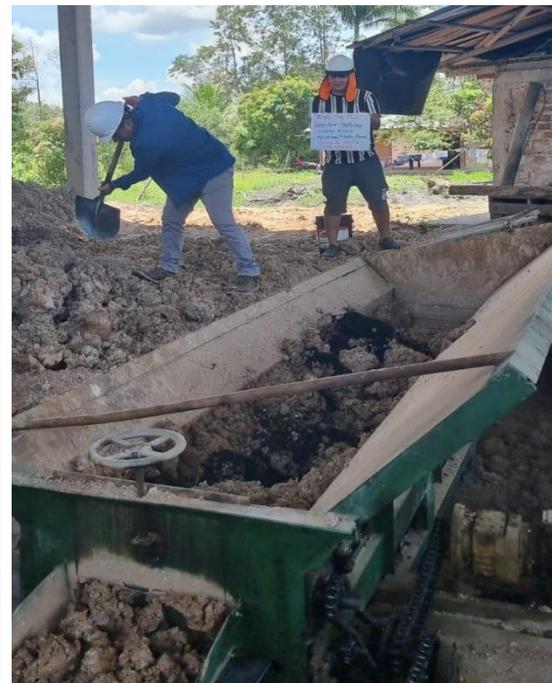
- **Fotografía N° 06:** Centro de acopio de la ceniza de la cascarilla de arroz en la ladrillera Montalvan Hermanos SAC, del distrito de Habana – Moyobamba 2022.



Fotografía N° 07 y 08: Pesado de la arcilla y ceniza de la cascarilla de arroz para la elaboración del diseño de mezcla para los ladrillos de arcilla, con los diferentes porcentajes a adicionar de 15%; 20% y 25% de CCA.



Fotografía N° 09 y 10: Proceso del diseño de mezcla de la arcilla con la adición de la CCA en los diferentes porcentajes de la investigación 15%; 20% y 25%, para la elaboración de los ladrillos de arcilla.



Fotografía N° 11; 12 y 13: Proceso de elaboración del ladrillo arcilla en las máquinas de fabricación Montalván, y su posterior traslado de los ladrillos de arcilla a los secadores por un tiempo promedio de 3 días.



Fotografía N° 14; 15 y 16: Selección de los ladrillos de arcilla con la adición de la CCA al 15; 20 y 25%, después del proceso de cocido y poniendo la marcación correspondiente.



Fotografía N° 17: Se realizó el ensayo para determinar la humedad con la que se realizan los ladrillos de arcilla en la ladrillera Montalván, como se observa estamos ingresando el material al horno por 24 horas, y para realizar los diferentes ensayos de granulometría y límites de atterberg.



Fotografía N° 18 y 19: Se seleccionaron nuestra de ladrillos para ser llevadas al laboratorio y realizar los ensayos físicos y determinar la clasificación de la muestra del ladrillo de lo que se está realizando la investigación.



Fotografía N° 20 y 21: Se realizo el lavado de la muestra de arcilla después de realizado la saturación por 24 horas, como parte del ensayo de la granulometría y posteriormente ingresar de nuevo al horno de secado por 24 horas y pasar por las mallas de los tamices.



Fotografía N° 22 y 23: Se realizo el proceso de tamizado y pesado de la muestra de ladrillo de arcilla, para determinar la granulometría.



Fotografía N° 24 y 25: Se realizo los límites de atterberg, limite líquido y limite plástico, como se observa en las imágenes con los equipos calibrados del laboratorio



Fotografía N° 26 y 27: Se realizo la medición de los ladrillos de arcilla con las diferentes porcentajes de la CCA al 15%, al 20% y 25%, como se aprecia en las imagenes.



Fotografía N° 28 y 29: Se realizó el pesado de las muestras de los ladrillos de arcilla con las diferentes porcentajes de la CCA, en las balanzas calibradas del laboratorio LM Ceconse EIRL.



Fotografía N° 30 y 31: Se realizó el capeado de las unidades de los ladrillos de arcilla para homogenizar la superficie sabiendo que nuestro ladrillo presenta alabeo y se realizó antes de ingresar a la prensa de compresión axial, para determinar su resistencia.



Fotografía N° 32; 33 y 34: Se realizó la compresión axial de 20 und. de ladrillos, 5 und por porcentaje de investigación al 15; 20 y 25% de CCA, más la muestra patrón, como podemos observar en las imágenes.



Anexo 6.
Tablas.

Figura 03: Clases de unidad de albañilería para fines estructurales

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

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

Fuente: Norma E070 para albañilería

Figura 04: Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm²)

TABLA 9 (**) RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: Norma E070 para albañilería

Figura 05: Estructura química de la ceniza de cascarilla de arroz

CÁSCARA DE ARROZ		CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	
Componente	%	Componente	%
Carbono	39.1	Ceniza de sílice (SiO ₂)	94.1
Hidrógeno	5.2	Óxido de Calcio (CaO)	0.55
Nitrógeno	0.6	Óxido de Magnesio (MgO)	0.95
Oxígeno	37.2	Óxido de Potasio (K ₂ O)	2.10
Azufre	0.1	Óxido de Sodio (Na ₂ O)	0.11
Cenizas	17.8	Sulfato	0.06
		Cloro	0.05
		Óxido de Titanio (Ti ₂ O)	0.05
		Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	0.12
		Otros Componentes (P ₂ O ₅ , F ₂ O ₃)	1.82
Total	100.00	Total	100.00

Fuente: Ccopa (2019)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PERCY LETHELIER MARIN CUBAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - MOYOBAMBA, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla, Habana – Moyobamba 2022", cuyos autores son LÓPEZ BARBARÁN ERWIN, MONTALVÁN GONZALES PHETER OMAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 30.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

MOYOBAMBA, 01 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PERCY LETHELIER MARIN CUBAS DNI: 26692689 ORCID: 0000-0001-5232-2499	Firmado electrónicamente por: PLMARINC el 14-12- 2022 23:42:33

Código documento Trilce: TRI - 0465864