



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Elaboración de ecoladrillos adicionando ceniza volante de carbón para el
diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán, Distrito Ate, Lima – 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Badajoz Ccasihui, Piero Lucio (ORCID:0000-0003-0755-0622)

ASESOR:

Mgr. Díaz Huiza, Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y estructural

LIMA - PERU

2020

DEDICATORIA

A mis padres y hermana: Badajoz Farfán Lucio, Ccasihui Palomino Nelly y Ccasihui Palomino Soledad, por la formación profesional y personal que me brindaron, ya que gracias a ellos hoy me encuentro presente realizando este gran logro y cumpliendo mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Dios: Por brindarme la oportunidad de la vida, unos excelentes padres y salud para toda mi familia.

A mis padres: Por todo el apoyo económico y moral que me brindaron, la confianza que depositaron en mí en todo momento, los valores que me inculcaron y por la paciencia que me tuvieron en toda mi formación personal y profesional.

Al Mgr. Díaz Huiza, Luis Humberto, por la paciencia que me tuvo y sus grandes recomendaciones.

A todos mis docentes que me apoyaron en el transcurso de la etapa académica, gracias por sus conocimientos y la formación que me brindaron.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	29
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	29
3.2 Variables y Operacionalización	29
3.3 Población, muestra y muestreo	32
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.5 Procedimientos.....	34
3.6 Método de análisis de datos	43
3.7 Aspectos éticos.....	43
IV. RESULTADOS	44
4.1 Ensayo de propiedades físicas.....	44
4.1.1 Ceniza volante de carbón.....	44
4.1.2 Arcilla	50
4.1.3 Ecoladrillo.....	52
4.2 Ensayo de propiedades mecánicas.....	64
4.2.1 Resistencia a la compresión de unidades (14 días).....	64

4.2.2 Resistencia a la compresión de prismas (14 días)	70
4.2.3 Resistencia a la compresión de muretes (14 días).....	76
4.2.4 Resistencia a la compresión de unidades (21 días)	79
4.2.5 Resistencia a la compresión de prismas (21 días)	85
4.2.6 Resistencia a la compresión de muretes (21 días).....	91
4.3 Prueba T Student.....	94
4.4 Análisis de costos	103
V. DISCUSIÓN.....	104
VI. CONCLUSIONES	106
VII. RECOMENDACIONES.....	107
REFERENCIAS	108
ANEXOS	113

Índice de tablas

- Tabla 1. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales
- Tabla 2. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería
- Tabla 3. Granulometría de la arena gruesa.
- Tabla 4. Tipos de mortero.
- Tabla 5. Operacionalización de variables
- Tabla 6. Relación de ecoladrillos a ensayar.
- Tabla 7. Cuadro de instrumentos a utilizar en los ensayos.
- Tabla 8. Diseño de mezcla patrón.
- Tabla 9. Diseño de mezcla con dosificación 16% de ceniza volante.
- Tabla 10. Diseño de mezcla con dosificación 24% de ceniza volante.
- Tabla 11. Diseño de mezcla con dosificación 32% de ceniza volante.
- Tabla 12. Ensayo de difracción de rayos X a la ceniza volante de carbón.
- Tabla 13. Ensayo de granulometría a la ceniza volante de carbón.
- Tabla 14. Ensayo de absorción y densidad a la ceniza volante de carbón.
- Tabla 15. Ensayo de granulometría al agregado grueso.
- Tabla 16. Ensayo de variación dimensional a unidades.
- Tabla 17. Ensayo de alabeo a unidades.
- Tabla 18. Ensayo de absorción a unidades.
- Tabla 19. Ensayo de compresión a unidades *(14 días)*.
- Tabla 20. Ensayo de compresión a prismas *(14 días)*.
- Tabla 21. Ensayo de compresión a muretes *(14 días)*.
- Tabla 22. Ensayo de compresión a unidades *(21 días)*.
- Tabla 23. Ensayo de compresión a prismas *(21 días)*.
- Tabla 24. Ensayo de compresión a muretes *(21 días)*.
- Tabla 25. Análisis de costos.

Índice de figuras

- Figura 1. Ciclo de vida del sector ecológico de la construcción.
- Figura 2. Proceso de una central térmica a carbón.
- Figura 3a. Ladrillo macizo.
- Figura 3b. Ladrillo perforado.
- Figura 3c. Ladrillo hueco.
- Figura 4. Diseño de mezcla patrón.
- Figura 5. Diseño de mezcla con dosificación 16%.
- Figura 6. Diseño de mezcla con dosificación 24%.
- Figura 7. Diseño de mezcla con dosificación 32%.
- Figura 8. Ensayo de fluorescencia de rayos X a la ceniza volante de carbón.
- Figura 9. Ensayo de granulometría de la ceniza volante de carbón.
- Figura 10. Ensayo de absorción y peso específico de la ceniza volante de carbón.
- Figura 11. Ensayo de granulometría de la arcilla.
- Figura 12. Ensayo de variación dimensional del ecoladrillo.
- Figura 13. Variación dimensional.
- Figura 14. Ensayo de alabeo a ecoladrillos patrón.
- Figura 15. Ensayo de alabeo a ecoladrillos con dosificación 16%.
- Figura 16. Ensayo de alabeo a ecoladrillos con dosificación 24%.
- Figura 17. Ensayo de alabeo a ecoladrillos con dosificación 32%.
- Figura 18. Alabeo.
- Figura 19. Ensayo de absorción a ecoladrillos.
- Figura 20. Absorción.
- Figura 21. Ensayo de compresión a ecoladrillos patrón (14 días).
- Figura 22. Ensayo de compresión a ecoladrillos 16% (14 días).
- Figura 23. Ensayo de compresión a ecoladrillos 24% (14 días).
- Figura 24. Ensayo de compresión a ecoladrillos 32% (14 días).
- Figura 25. Compresión a unidades (14 días).

- Figura 26. Ensayo de compresión a prismas patrón (14 días).
- Figura 27. Ensayo de compresión a prismas 16% (14 días).
- Figura 28. Ensayo de compresión a prismas 24% (14 días).
- Figura 29. Ensayo de compresión a prismas 32% (14 días).
- Figura 30. Compresión a prismas (14 días).
- Figura 31. Ensayo de compresión de muretes (14 días).
- Figura 32. Compresión a muretes (14 días).
- Figura 33. Ensayo de compresión a unidades patrón (21 días).
- Figura 34. Ensayo de compresión a unidades 16% (21 días).
- Figura 35. Ensayo de compresión a unidades 24% (21 días).
- Figura 36. Ensayo de compresión a unidades 32% (21 días).
- Figura 37. Compresión a unidades (21 días).
- Figura 38. Ensayo de compresión a prismas patrón (21 días).
- Figura 39. Ensayo de compresión a prismas 16% (21 días).
- Figura 40. Ensayo de compresión a prismas 24% (21 días).
- Figura 41. Ensayo de compresión a prismas 32% (21 días).
- Figura 42. Compresión a prismas (21 días).
- Figura 43. Ensayo de compresión a muretes (21 días).
- Figura 44. Compresión a muretes (21 días).
- Figura 45. Prueba T – Variación dimensional.
- Figura 46. Prueba T – Alabeo.
- Figura 47. Prueba T – Absorción.
- Figura 48. Prueba T – Compresión a unidades (14 días).
- Figura 49. Prueba T – Compresión a prismas (14 días).
- Figura 50. Prueba T – Compresión a muretes (14 días).
- Figura 51. Prueba T – Compresión a unidades (21 días).
- Figura 52. Prueba T – Compresión a prismas (21 días).
- Figura 53. Prueba T – Compresión a muretes (21 días).
- Figura 54. Lugar de extracción de la arcilla.
- Figura 55. Ceniza volante de carbón a utilizar para los ensayos.

- Figura 56. Realizando ensayos físicos.
- Figura 57. Molde para la elaboración de los ecoladrillos.
- Figura 58. Ecoladrillos.
- Figura 59. Ensayo de variación dimensional.
- Figura 60. Ensayo de absorción.
- Figura 61. Ensayo de alabeo.
- Figura 62. Ensayo de compresión de unidades.
- Figura 63. Ensayo de compresión de prismas.
- Figura 64. Ensayo de compresión de muretes.
- Figura 65. Certificado de calibración de prensa CBR – Test & Control.
- Figura 66. Certificado de calibración de horno GEMMY – Test & Control.
- Figura 67. Certificado de calibración de balanza DENVER – Test & Control.
- Figura 68. Certificado de calibración de balanza SARTORIUS – Test & Control.

Resumen

La presente investigación desarrolla el objetivo de determinar aspectos como la calidad, propiedades físicas y mecánicas de ecoladrillos con dosificaciones del 16, 24 y 32 por ciento de adición de ceniza volante de carbón, que es un material que se ha demostrado, que es un gran componente que ayuda a mejorar estos aspectos en distintos materiales utilizados en obra (concreto, ladrillos, etc.).

Estos ecoladrillos fueron sometidos a ensayos mecánicos de compresión por unidades, prismas (axial) y muretes (diagonal), como también se realizaron ensayos físicos de variación dimensional, alabeo y absorción. Además de que se realizaron ensayos físicos para la ceniza volante de carbón, tales como granulometría, absorción y densidad (peso específico). Siendo todos estos análisis físicos – mecánicos estandarizados por el Reglamento Nacional de Edificaciones norma E 070 y por la Norma Técnica Peruana.

Con los resultados obtenidos, se determinó que los ecoladrillos cumplieron con lo demandado en las normativas antes mencionadas y además se obtuvo una mejora con respecto a su calidad como material estructural, ya que la resistencia a compresión obtenida por las unidades, prismas y muretes fueron superiores a lo estandarizado por la normativa.

Palabras clave: Ecoladrillos, ceniza volante de carbón y calidad.

Abstract

The present investigation develops the objective of determining aspects such as quality, physical and mechanical properties of ecobricks with dosages of 16 and 24 percent of added carbon fly ash, which is a material that has been demonstrated to be a great component that helps improve these aspects in different materials used in construction (concrete, bricks, etc.).

These ecobricks were subjected to mechanical tests of compression by units, prisms (axial) and walls (diagonal), as well as physical tests of dimensional variation, warping and absorption. In addition, physical tests were carried out for coal fly ash, such as granulometry, absorption and density (specific weight). All these physical-mechanical analyses are standardized by the National Building Regulation E 070 and by the Peruvian Technical Standard.

With the results obtained, it was determined that the bricks met the requirements of the above-mentioned regulations and also an improvement was obtained with respect to their quality as structural material, since the resistance to compression obtained by the units, prisms and walls was higher than that standardized by the regulations.

Keywords: Ecobricks, coal fly ash and quality.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad de la problemática

Las empresas constructoras de alto desarrollo industrial, en los países con mayores recursos en el mundo tales como Japón, EE. UU, entre otros, tienden a buscar nuevos métodos constructivos para el desarrollo de sus obras, dentro de estos grandes avances en la tecnología en la construcción no se toma en cuenta de manera puntual el impacto ambiental que tienen los materiales usados en dichas obras. Para ello se plantearon sistemas ecológicos de construcción los cuales ya se vienen utilizando en las más grandes empresas de construcción a nivel mundial, entre estas grandes empresas se encuentra Actividades de Construcción y Servicios (ACS) que buscan disminuir el impacto ambiental causado por el exceso de CO2 que se generó por la alta producción de cemento en las últimas décadas (Pimentel et al., 2019, p. 6), que implica una gran cantidad de aspectos políticos, sociales y económicos, fomentando el uso de materiales reciclados o certificados, tales como madera, barro cocido, corcho aglomerado, entre otros. Pero hoy en día se viene utilizando un nuevo material llamado cenizas volantes, este material es aplicado a distintos elementos usados dentro del desarrollo de una construcción tales como: concreto, ladrillos, etc.



Figura 1. Ciclo de vida del sector ecológico de la construcción.

En los países de América latina, las empresas dedicadas al rubro de la construcción que trabajan directamente con el sistema de estructuras de concreto, tienden a tener un problema con respecto a factores, tales como: resistencia, durabilidad, costos, tiempo, materiales, etc. Estos conjuntos de factores retrasan el desarrollo de las obras, esto también teniendo en cuenta los distintos tipos de suelo donde se encuentran, dependiendo de su adaptación con el tipo de construcción y la geografía del lugar. Dentro de estos sistemas utilizados comúnmente, se vienen implementando los materiales sostenibles o ecológicos, específicamente el uso de las cenizas volantes de carbón que es un modificador de distintos aspectos y propiedades de los materiales utilizados en obras. El carbón luego se ser procesado en una central termoeléctrica y pasando sus procesos respectivos, genera los residuos llamados cenizas volantes que se producen a través de la caldera, estas cenizas luego de su respectivo análisis, se identificó que tenían distintas propiedades, tales como: volumen de poros abiertos (252,8 cm²), volumen de secciones impermeables (151,05 cm³), porcentaje de porosidad aparente (64,09%), porcentaje de absorción de agua (37,47%), densidad aparente (1,66 gr/cm³), entre otros. (Rojas, 2015, p.16). Lo que nos indica que el carbón como material reciclable aplicado a la construcción puede brindar buenos resultados aplicándolos a los sistemas estructurales, ya que proporcionara buen comportamiento en muchos aspectos ya sean físicos o mecánicos, que ayudaran a la mejora de la calidad de las edificaciones.

En el Perú, los sistemas constructivos utilizados, en los cuales se están aplicando el uso de ceniza volante de carbón, están mostrando muchas mejoras en la calidad en las obras realizadas, entre ellas las más importantes: Disminuyen drásticamente el impacto ambiental que sería generado por elementos o materiales convencionales, tienen una gran capacidad aislante al calor y al frío lo que ahorraría gastos en calefacción en muchas edificaciones, además de ser un buen aislante del ruido y de la humedad siendo muy efectivos, lo que más se destaca de este material y de los más significativos elementos ecológicos ya utilizados en obras, es que son

muy accesibles al adquirirlos o fabricarlos de manera artesanal, como también ser mucho más ligeros al momento del transporte en obra, lo que reduce los tiempos de desarrollo de los proyectos de construcción y que además disminuye el esfuerzo que deben realizar los obreros, además cumple con el propósito fundamental por el cual se generaron estas nuevas tecnologías ecológicas, que son la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad que se encontraran alrededor de la construcción.

Por último, la elaboración de los ladrillos ecológicos o ecoladrillos, tienen la finalidad de contribuir con el desarrollo de viviendas unifamiliares futuras, que puedan usar estos materiales con el propósito de mejorar la calidad de sus hogares, teniendo en cuenta el aspecto más importante, el cual es reducir el impacto ambiental dentro y fuera de Huaycán.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Los ecoladrillos con adición de ceniza volante de carbón presentan la calidad requerida para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físicas que obtienen los ecoladrillos al adicionar la ceniza volante de carbón?

- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas que obtienen los ecoladrillos al adicionar la ceniza volante de carbón?

- ¿La elaboración de ecoladrillos adicionando ceniza volante de carbón tendrá un costo menor a los ladrillos convencionales?

1.3 Justificación

Hoy en día tenemos un alto índice de viviendas dentro del distrito, específicamente en la localidad de Huaycán, que no cuentan con los requerimientos necesarios para su construcción y que de todas formas fueron realizadas de manera informal, estas viviendas informales al momento de su construcción, se realizan con materiales de baja calidad que incluso no cuentan con una identificación de alguna empresa especializada en su producción, lo cual es observable debido al deterioro de los

mismos por el exterior e interior de las viviendas, los cuales llevan químicos que pueden ser tóxicos o contaminantes para los habitantes de la vivienda.

Lo cual hace que las viviendas sean un peligro constante para la familia que vive dentro del hogar como para las que viven alrededor, de acuerdo a estos factores se buscó realizar la elaboración de ecoladrillos o también llamados bloques ecológicos, que se componen de mortero, agregados y agua, como también el compuesto principal de ceniza volante de carbón que será analizado en el proyecto, determinando las propiedades que este aporta a los ecoladrillos, los cuales ayudaran a las viviendas a tener una mejor calidad de construcción con respecto a factores físicos y químicos, como también proporcionando el ahorro en términos de calefacción ya que estos bloques tienen una gran propiedad de aislamiento, además de que su fabricación se podrá realizar de manera artesanal o en algunos casos industrial, así el costo de su elaboración sería mucho menor a las de un ladrillo convencional,

Finalmente, esta investigación beneficiaría enormemente a la zona de Huaycán de manera singular ya que los Eco-ladrillos son beneficiosos tanto al ambiente como en lo económico ya que bajan los gastos en la elaboración del producto y es una innovadora solución para aportar al cuidado del planeta por el valor que se da al desecho de cenizas volantes de carbón al convertirlo en un aditivo que brindara muy buenas propiedades al mortero utilizado en el sistema estructural de las viviendas. Por último, los bloques ecológicos serán de calidad ya cumplen con los requisitos exigidos por la Norma Técnica de Edificaciones E. 070.

1.3.1 Justificación teórica

En el sector de la construcción se ha ido convirtiendo más exigente en el tema de materiales y su demanda, lo cual nos lleva a utilizar en más cantidades los elementos naturales no renovables, lo cual genera cada vez más escases de estos elementos, lo que conlleva al tema del ladrillo de concreto que en las ultimas épocas se ha vuelto muy requerido, por la calidad que este mantiene, lo que llevaría a

afectar al ecosistema por el uso de manera irresponsable de este material (Mundaca, 2019, p.14).

En consecuencia, se plantea esta elaboración de eco ladrillos como método sostenible en la construcción para reducir el impacto ambiental generado por contaminantes de materiales de construcción convencionales, predisponiendo su calidad según las normas requeridas para su uso aplicativo en la construcción de viviendas.

1.3.2 Justificación práctica

Las cenizas volantes dentro de la mezcla de concreto, se han ido utilizando alrededor del mundo en distintos proyectos, tales como: La presa del Támesis, el sistema de almacenamiento por bombeo de Dinorwic, de igual manera la presa del lago Wimbleball, la plataforma principal del Yacimiento petrolífero de Ninian y la central Eléctrica “D” de Little Brook en el Reino Unido. Dentro de estas obras se ha observado una gran mejora en el concreto con adición de ceniza volante a diferencia de una mezcla de concreto convencional, lo cual llevo a tener muchos beneficios para los elementos estructurales de las edificaciones. (Mariluz y Ulloa, 2018, p.1)

Con respecto a lo anterior mencionado se ha comprobado que la aplicación de las cenizas volantes de carbón en las estructuras, presentan una gran mejora tanto en sus propiedades físicas, como químicas, lo cual genera un gran avance en el uso de las nuevas tecnologías renovables utilizando materiales residuales e incentivando a la sociedad en realizar actividades de reciclaje, fomentando el cuidado del medio ambiente y su biodiversidad.

1.3.3 Justificación económica

En el Perú, la producción de carbón es muy abundante, por lo que este material es muy utilizado en los diferentes sectores industriales, por ello es que se escoge este elemento ya que por su abundancia tendría un costo accesible, ayudando a economizar el gasto de los materiales, así sustituyendo el cemento cada vez en más porcentajes por la ceniza volante del carbón (Ventura, 2018, p.4).

Por lo tanto, el proyecto de la elaboración de los bloques ecológicos es muy accesible para los pobladores, ya que no es un material que sea escaso, por lo que su costo de adquisición será de muy bajo valor, lo que ayudara y promoverá la elaboración de estos materiales de manera industrial o artesanal por los habitantes de la zona, lo que generara una mayor producción del eco ladrillo e incentivara al uso de este mismo en la creación de nuevas viviendas unifamiliares de mayor calidad, todo bajo la supervisión necesaria para su desarrollo óptimo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Determinar si los ecoladrillos con adición de ceniza volante de carbón presentan la calidad requerida para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas que obtienen los ecoladrillos al adicionar la ceniza volante de carbón.
- Determinar las propiedades mecánicas que obtienen los ecoladrillos al adicionar la ceniza volante de carbón.
- Determinar si la elaboración de ecoladrillos adicionando ceniza volante de carbón tendrá un costo menor a los ladrillos convencionales.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

- Los ecoladrillos con adición de ceniza volante de carbón presentan la calidad requerida para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán.

1.5.2 Hipótesis específicas

- La ceniza volante de carbón brinda las propiedades físicas requeridas para la en el ecoladrillo.
- La ceniza volante de carbón brinda las propiedades mecánicas requeridas en el ecoladrillo.
- La elaboración de ecoladrillos adicionando ceniza volante de carbón tendrá un costo menor a los ladrillos convencionales.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Trabajos previos

2.1.1 Internacionales

La investigación realizada por Rojas (2015), Fabricación y evaluación del desempeño de quince ladrillos refractarios elaborados con ceniza volante producto de la combustión del carbón en las calderas de la central Termozipa a diferentes temperaturas, de acuerdo a la norma ASTM c 113 (Standard Test Method For Reheat Change Of Refractory Brick), tesis para optar al título de ingeniero mecánico, universidad distrital francisco José de caldas, Bogotá – Colombia: Con el objetivo de realizar un presupuestó la fabricación de veinticinco ladrillos fabricados con ceniza volante tomada de la central Termozipa, teniendo como componentes adicionales como cal y melaza. De acuerdo al avance del proyecto, se realizaron el procedimiento a 15 ladrillos, de los cuales, cinco serán sometidos a diferentes análisis de compresión y cinco a análisis de flexión para poder evaluar la resistencia mecánica de los ladrillos seleccionados y así poder asegurar el uso comercial del producto final. Y se llegó a la conclusión, que la ceniza utilizada, que fue obtenida de la central Termozipa, es un componente de muy buenas características para su implementación como materia base en la producción de ladrillos de uso constructivo con mejores propiedades, tal como lo demuestran los análisis que se desarrollaron en el proyecto.

En la siguiente investigación hecha por Castillo (2018), Evaluación del comportamiento físico y mecánico de bloques de arcilla macizos con adición de ceniza volante, tesis para optar al título profesional de ingeniero civil, universidad la gran Colombia, Bogotá – Colombia: Con el objetivo de analizar ladrillos de arcilla macizos con adición de ceniza volante, para poder definir el comportamiento físico y mecánico en comparación con los ladrillos convencionales; así como también, determinar si incrementa o disminuye el factor de granulometría, límites de Atterberg, azul de metileno, difracción de rayos x, resistencia a la compresión, absorción de agua y tasa inicial de absorción; teniendo en cuenta la dosificación del material. Llegándose a determinar que el mayor porcentaje de adición al haber

implementado la ceniza volante recomendada para la fabricación de los ladrillos fue de 25%, también se obtuvo un valor mayor con respecto al índice de resistencia a la compresión llegando a los 27,92 MPa, superando así el índice estándar del valor de resistencia del concreto Portland, que llega a los 21 MPa.

En la siguiente investigación, Análisis de la resistencia a la compresión de ladrillos prensados interconectables elaborados de barro, cangahua y puzolana, con adiciones de cemento, cumpliendo la norma ecuatoriana de la construcción, realizada por Chimbo (2017), universidad técnica de Ambato, Ambato – Ecuador: Tuvo como objetivo realizar una investigación sobre bloques prensados elaborados de distintos materiales como barro, cangahua y puzolana, sometiéndolas a un análisis de compresión teniendo en cuenta que cada uno de estos elementos tendrán como agregado porcentajes de cemento, además verificando de esa manera la granulometría y el índice de plasticidad de cada material cumpliendo las especificaciones de las normas ASTM 421-78 e INEN 691 respectivamente. Con estos antecedentes se procedió al cálculo de la dosificación para realizar la mezcla y consecutivamente con la finalidad de obtener los mejores resultados que aporten confiabilidad y basado en la norma NTE INEN 293 y NTE INEN 574 se elaboran muestras y se ensayan a compresión respectivamente. Y se llegó a la conclusión que dentro de los análisis se hayo que la resistencia a la compresión aumenta dependiendo del estado del ladrillo, pero esto fue más notorio en los bloques hechos de cangahua y barro, ya que llegaron a una cierta resistencia requerida de 35.33Kg/cm² y 31.60 Kg/cm² con el 15% de cemento añadido, por último se demostró que la fabricación de los ladrillos prensados contribuyen a la preservación del medio ambiente, ya que reduce la contaminación ambiental y la deforestación.

2.1.2 Nacionales

En la siguiente investigación hecha por Trinidad y Chombo(2018), Diseño estructural de una vivienda con sistema albañilería confinada utilizando ladrillos ecológicos LTC, tesis para optar al título profesional de ingeniero civil, universidad cesar vallejo, Lima – Perú: Con el objetivo de desarrollar una estructura diseñada

con un sistema de albañilería confinada hecha por bloques ecológicos de LTC (ladrillos de tierra comprimida), que luego del planteamiento del modelo sería capaz de tener un buen comportamiento estructural adecuado para los acontecimientos sísmicos que ocurren en la zona, además se llegó fabricar unidades de ladrillos a base de tierra, cemento y agua, el cual fue denominado ecológico en vista a que es fabricado bajo presión con la prensa hidráulica a través del molde idealizado y no son calcinados a altas temperaturas como normalmente suele ocurrir con los convencionales, cumpliendo los parámetros de la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Y se llegó a la conclusión que al realizar la fabricación de los ladrillos con material ecológico de LTC, que se obtuvo a través de la fusión de 3 materiales elementales como cemento, tierra y agua, con una dosificación de porcentajes como 75, 15 y 10 respectivamente. Así mismo a través del estándar de la clasificación SUCS, la tierra que fue utilizada para la elaboración del estudio se clasifico como arenosa-arcillosa de reducida plasticidad, por ultimo al desarrollar los estudios correspondientes indican que dentro del desarrollo de la fabricación de los bloques de LTC, no se presentaron fisuras en el resultado durante el secado.

En la siguiente investigación, Fabricación de ladrillos ecológicos para la construcción utilizando poliestireno expandido granular biowall, realizada por Balvin, Barrios y Canchari (2019), tesis para optar el grado académico de bachiller en ingeniería industrial y comercial, universidad San Ignacio del Oyola, Lima – Perú: Tuvo como objetivo fabricar ladrillos a base de poliestireno expandido (EPS), añadiendo concreto, se realizaron los moldes de ladrillo de tamaño (230x110x70) mm se aceitaron y se mantuvieron listos, realizando los procedimientos de secado, disparo y curación, cuyas propiedades mecánicas, térmicas y acústicas que posee el bloque se fueron otorgadas por la composición química del poliestireno. Lo que concluyo que en relación con el mercado de construcción y productos de acuerdo al índice de producción (INEI), para construcción va en aumento con respecto al valor del producto, a pesar del avance lento comparado con años anteriores, los productos con tecnologías innovadores que tienen como finalidad mantener el

cuidado del medio ambiente (responsabilidad social y ambiental) son muy requeridos en el ámbito de la construcción hoy en día, es por eso que se determinó la creación del presente producto y negocio, ya que es un proyecto viable comparándose con las demás empresas del sector.

En la siguiente investigación, Resistencia del concreto $f'c$ 210kg/cm² con cenizas de carbón vegetal, realizada por Ventura (2018), universidad san pedro, Huaraz – Perú: Tuvo como objetivo determinar los efectos que debería tener la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210kg/cm² cuando se reemplaza el cemento convencional, por propiedades de las cenizas de carbón vegetal en 5, 10 y 15%, La muestra fue de 36 probetas: 9 para 0%, 9 para 5%, 9 para 10%, 9 para 15% de cenizas de carbón vegetal. La técnica que se utilizó fue la observación y como instrumento una guía de observación y fichas técnicas del laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales. Y se llegó a la conclusión que al realizar la comparación de las muestras del 5%, 10%, 15% dando como resultado del estudio, la óptima capacidad en cuanto a resistencia del concreto de 5%, además siendo este concreto la mejor alternativa para obtener una mayor capacidad de resistencia a los 28 días con relación a los otros dos porcentajes.

2.2 Teorías relacionadas al tema

2.2.1 Ceniza volante de carbón

Las cenizas volantes son materiales obtenidos del proceso de la combustión del carbón generada en una central termoeléctrica, las cuales son partículas muy finas que son retenidas al momento de la combustión, que obtienen distintos tipos de características físicas y químicas de acuerdo al carbón utilizado (Chávez y Guerra, 2015, p. 5).

Este residuo luego de ser dividido dentro de la combustión del carbón, se transporta del almacén por los gases de la caldera, este en estado de polvo o trozos, pero antes de que se liberen a la atmosfera, las cenizas serán utilizadas para generar energía eléctrica por los precipitadores electrostáticos (Mariluz y Ulloa, 2018, p.41).

2.2.1.1 Clasificación

Las cenizas volantes son residuos que contienen una composición problemática que se debe eliminar de acuerdo a su forma de obtención en las centrales termoeléctricas y estas no sean expulsadas al exterior, ya que de acuerdo a la clase de ceniza que se obtendrá, esta tendrá distintos comportamientos al tener contacto con suelo, agua o aire, provocando así inconvenientes contaminantes (Haquisto y Belizario, 2018).

Lorca (2014) en su investigación, afirma lo siguiente: la clasificación más ampliamente utilizada es la recogida en la norma americana ASTM C618 [16] (pag.33):

- Clase F: Cenizas volantes producidas normalmente a partir de la combustión de antracitas y carbones bituminosos y cuya suma de óxidos ácidos es mayor del 70 %. Poseen propiedades puzolánicas.
- Clase C: Cenizas volantes producidas normalmente a partir de la combustión de lignitos y carbones sub bituminosos y cuya suma de óxidos ácidos es mayor del 50 %. Pueden llegar a contener proporciones superiores al 10 % de cal libre (CaO). Esta clase de cenizas, además de tener propiedades puzolánicas, también tienen propiedades hidráulicas.

2.2.1.2 Usos

Dentro de la rama de la construcción moderna, la ceniza volante de carbón ha tenido grandes avances dentro de su gran variedad de formas de uso. Dentro de sus aplicaciones están:

- Adicionándolo al concreto

Dentro del concreto, la ceniza de carbón imparte una función muy importante debido a su composición y propiedades que esta mantiene como material sostenible, además de brindar buena manipulación del material, como también buenos estándares de calidad luego de su aplicación. Este compuesto adicionado al concreto imparte mucho cambio por su propiedad puzolánica,

dentro de las cuales es mucho más factible realizar el reemplazo en ciertas proporciones del cemento por la ceniza volante de carbón (Santaella, 2001, p.49).

- **Manufactura de cemento**

Una de las aplicaciones más relevantes en estos tiempos es el uso de la ceniza volante de carbón como elemento para desarrollar nueva tecnología de cemento de grandes aspectos en términos de calidad y ventajas económicas, el motivo es porque la ceniza volante cuenta con elementos que lo componen como el silicio que lo hacen ser más simple al momento de la producción del cemento Portland con características puzolanas (Videla y Martínez, 2002, p.5).

- **Agregados livianos**

La implementación dentro de los agregados finos o livianos, como también llamados materiales inertes, que pueden ser naturales o artificiales (Rivera, p.41), se ven comúnmente, con respecto a temas de peso en el compuesto final, gracias a su método de sintetización, lo que reduce el peso de un concreto convencional en un 20 o 30 por ciento, estos producidos por su baja densidad, ya que a diferencia de un concreto común que tiene 2.3 ton/m³, el concreto con la ceniza de carbón como compuesto tiene una densidad que oscila entre 1,5 a 1,9 ton/m³ y mejor aún, ambos contienen la misma resistencia.

- **Estabilización de suelos**

En la aplicación como estabilizador de suelos, la ceniza volante de carbón es utilizada como mantenimiento químico o mecánico, dándole un uso específico, como es el generar mayor resistencia en el material, brindarle más permeabilidad, ser más manejable al someterse a la compresión y darle una larga durabilidad. Hay mucha variedad con respecto a los métodos para estabilizar un suelo, este también dependiendo de su tipo, disponibilidad, costos, etc.

- **Unidades de albañilería**

La ceniza volante de carbón se viene utilizando de manera más consecuente dentro del sector de la construcción, como pueden ser:

➤ **Tuberías de concreto**

Dentro de este material la ceniza volante de carbón le brinda una mayor resistencia, durabilidad y con su característica de que hace al material más

permeable, es muy utilizado en las tuberías de aguas residuales, pluviales e industriales, ya que este compuesto ayuda a la prevención de la corrosión en la parte superficial de la tubería y mejora el comportamiento del material ante químicos.

➤ **Estucos**

La aplicación en este material comúnmente utilizado para decoraciones o acabados, es muy beneficioso ya que brinda mayor manejabilidad del material, reduciendo así el desgaste energético y la fatiga, como también ayuda en brindar una muy buena calidad de acabado, siendo mucho más rentable.

➤ **Ladrillos o bloques (Aplicación del estudio)**

La aplicación de la ceniza volante de carbón brinda muchas características y propiedades habladas anteriormente, además de brindar mejor resistencia al material, calidad con respecto a textura y peso, mayormente utilizado como reemplazo de los componentes del material tanto de cemento como de los agregados, además lo más importante de esta aplicación es la reducción del impacto ambiental que estos elementos tendrán dentro de la construcción de las viviendas de acuerdo a la durabilidad características, requisitos y una mejor calidad.

- **Entre otras**

Hay muchas más aplicaciones del material que han sido descritas en distintas investigaciones y en distintos países, además de que ya ha sido utilizado en muchas obras a nivel mundial, como en estructuras, presas, canales, tuberías, fabricación de bloques, pavimentos, drenaje, entre otras.

2.2.1.3 Obtención

Las cenizas volantes de carbón normalmente se obtienen de la combustión ocasionada por los equipos que hacen funcionar las centrales Termoeléctricas, ya que estas funcionan a carbón.

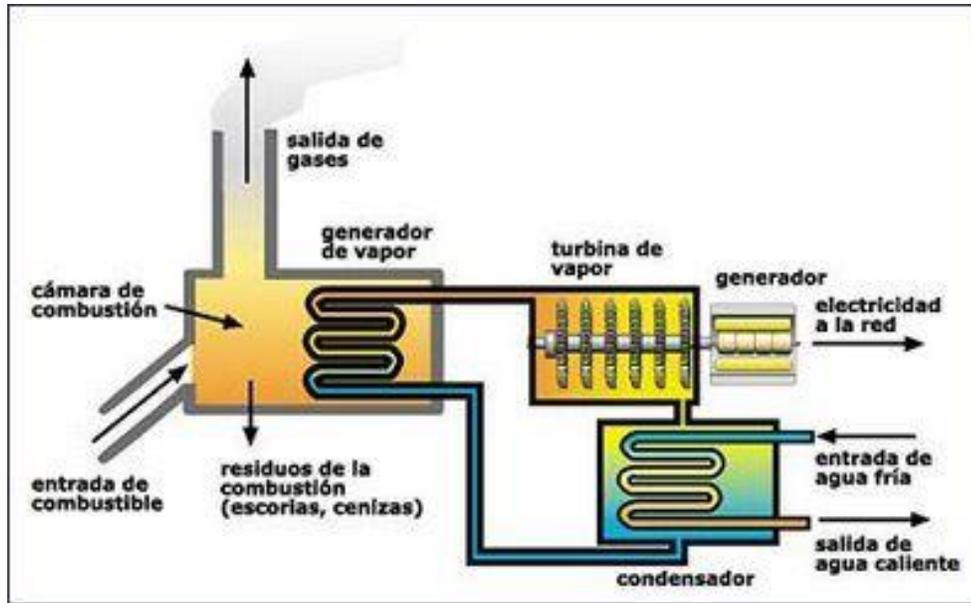


Figura 2. Proceso de una central térmica a carbón.

- **Primera fase**

El combustible (carbón) utilizado, es calcinado en la caldera, la cual contiene dentro la cámara de combustión, proporcionando cierta cantidad de calor al agua destilada que se encuentra dentro, el cual ingresa al sistema de tuberías dentro de la caldera, además del agua se utiliza cierta presión de aire para poder lograr la combustión.

- **Segunda fase**

Luego del ingreso del agua y el aire (oxígeno), de acuerdo como avanza dentro del sistema de tuberías, se va calentando de acuerdo a la temperatura que va tomando la caldera y se va transformando en vapor de alta presión en la última parte de las tuberías.

- **Tercera fase**

Este vapor condensado, ingresa a través de un sistema de tuberías que lo llevan hacia una turbina, de acuerdo a que tan condensado este el vapor la velocidad a la que gira la turbina va aumentando, brindando más y más movimiento dentro o como lo llamamos comúnmente como energía mecánica.

- **Cuarta fase**

Luego de haberse generado la energía mecánica dentro de la turbina, esta es acoplada a un generador eléctrico, que de acuerdo a los ejes que este posea, producirá cierta cantidad de energía o como normalmente la conocemos como corriente alterna.

2.2.1.4 Propiedades

Los eco ladrillos se caracterizan por tener muchos beneficios con respecto a sus propiedades, a comparación de los ladrillos utilizados convencionalmente en una construcción, ya que su proceso de elaboración es mucho más sencillo y son bloques ecológicos que no contaminan el ecosistema (Fermín, et al., 2018, p.28). Entre sus propiedades tenemos (MMA, 2011, p. 5):

a) Propiedades Físicas

La característica física de la ceniza de carbón varía de acuerdo al proceso de obtención por el cual pasa en las centrales termoeléctricas, a consecuencia de ello el material obtiene algunas propiedades. Las cuales son:

- Color

Este material lleva un tono gris o mucho más oscuro, ya que se obtiene del proceso de la combustión a la que está sometido el carbón, lo cual brinda mínimos niveles de proporción en oxígeno. Por ello mismo el color puede variar entre el negro y el gris, esto dependerá mucho de la forma de obtención del material, los cuales pueden llevar a que este contenga un tono claro, debido a que tiene grandes proporciones de cal o a un tono oscuro, lo cual indicaría que tiene grandes proporciones de carbón (Sánchez y Solano, 2019, p.43).

- Granulometría

Dentro de este aspecto se encuentra la concentración de los tamaños de las partículas que conformaran la masa total (Sánchez, 2001, p.72), de las cenizas volantes, esto varía de acuerdo a la forma de obtención y los métodos que se utilizaron para ese propósito, teniendo en cuenta por las fases que paso el material que pueden variar entre 3 a 5 fases, lo cual puede conllevar a la eliminación de material por medio de la precipitación que este tendría.

- **Forma de la partícula**

La ceniza volante por su naturaleza lleva una forma esférica prolongada, que puede variar en términos mínimos de contorno granular, además esto dependerá del carbón que será utilizado al realizar el proceso de combustión y de la temperatura a la cual será sometida, lo que puede generar que la forma varíe entre una partícula esférica o una irregular, lo cual hace que tenga ciertas singularidades en su aspecto.

- **Demanda de agua**

En el proceso, las cenizas volantes tienen a absorber fluidos, comúnmente el agua, debido a la proporción de sequedad inicial que obtiene luego de ser sometida a altos niveles de temperatura, como también depende de la finura del material con respecto a su textura y la superficie con la cual hace contacto. Los fluidos reemplazan el aire que se encuentra dentro del material, y van dispersando las partículas, lo cual le brinda propiedades como la compacidad, en términos de baja presión o la fuerza centrífuga aplicada, la cual anteriormente el material no poseía.

- **Densidad**

Las cenizas volantes cuentan con una densidad que oscila entre los 1.88 y 2.88 g/cm³, esto puede aumentar o disminuir al momento de ser molido o triturado. Esto depende del tipo y la duración de la cual depende el proceso, llegando a obtener densidades distintas, en cuanto a las partículas huecas (cenosferas), las partículas macizas y la proporción de óxido de hierro que el material posee.

b) Propiedades químicas

Las características químicas que toman las cenizas volantes dependen de la composición mineralógica del carbón y también del tratamiento mecánico, térmico y eléctrico a las cuales es sometido en la central termoeléctrica. Los componentes que hacen que el material obtenga propiedades químicas muy importantes son:

- **Perdida de calcinación**

Se han hecho muchas pruebas que indican que el carbón, es el mayor elemento en términos de pérdida de calcinación, ya que al momento de que una ceniza supera el doce por ciento de volumen de carbón, se produce una mayor demanda

de agua, esto por el hecho de que la superficie donde se encuentra el carbón es muy elevada en algunos casos. Lo cual puede generar que también pueda absorber aditivos integrados al material, los cuales serían utilizados para brindar mejores características en el mortero y hormigón, lo que puede tener una consecuencia mayor como la pérdida de resistencia del elemento.

- **Trióxido de azufre (SO₃)**

De acuerdo a los sulfatos que se encuentran en las cenizas volantes, si bien se sabe que brindan mayor propiedad en términos de resistencia en las edades tempranas del material, la proporción de sulfato que se le debe proporcionar al material depende de la cantidad de potasio y sodio, que este tendrá que limitar dentro de la mezcla realizada, para así no generar excedentes con respecto a los sulfatos que mayormente predominan dentro del material, tales como el sulfato cálcico (CaSO₄), el de potasio (K₂SO₄) y el de sodio (Na₂SO₄), los cuales presentarían exigencias estipuladas para el cemento (Sánchez et al., 2019).

- **Humedad**

Normalmente las cenizas tienden a absorber grandes cantidades de agua, debido a varios factores, tales como:

- El método aplicado para la recolección de las cenizas, que pueden variar de acuerdo al estado en el que se encuentren, ya sea húmedo o seco.
- Los recipientes donde serán colocados, los que comúnmente son aledaños a la central termoeléctrica.
- El método aplicado para la eliminación del humo producto de la combustión del carbón.
- La unidad que se utilizara para transportar las cenizas y además teniendo en cuenta la humectación respectiva para prevenir el esparcimiento del polvo, ya que la proporción en que se encuentra es muy fina.

2.2.2 Ecoladrillos

Los eco ladrillos ya se consideran dentro de la rama de la bio construcción, forma utilizada como nueva tecnología de característica renovable, que bien se viene

implementando de hace muchos años por el hecho de la gran cantidad de contaminación global que venimos afrontando.

Este bloque de característica renovable tendrá las características necesarias para poder reemplazar a los ladrillos convencionales (cerámicos), que hoy en día se considera que son los populares dentro de la construcción, usados para las paredes de las edificaciones (Campos, et. al., 2019, p.22). Ya que contara con una mejor calidad y con muchas más cualidades que ayudaran a reducir significativamente los defectos de los bloques convencionales y lo más importante, el impacto ambiental generado por los mismos.

2.2.2.1 Características

- Los ladrillos ecológicos son hechos a base de residuos sólidos industriales o naturales, lo que hace que no dañen al medio ambiente, que es nuestro propósito inicial, además que para su elaboración no se utilizan químicos adicionales que los ladrillos convencionales usan para su fabricación.
- Estos bloques tienen muchos beneficios de uso, son menos pesados lo que hace que su transporte sea en mucho menos tiempo, así como también el gasto energético que hace el personal se reduce significativamente, ayudando así en un aspecto que se ve comúnmente en el área de la construcción, que es la fatiga que obtienen los obreros al realizar trabajos que requieran de mayor fuerza para su desarrollo en campo.
- Dichos ladrillos tienen una característica fundamental que los hace llamarlos tecnología sostenible lo cual es el cuidado que tiene en relación al medio ambiente, los ecosistemas y la biodiversidad, de donde serán aplicados para su uso constructivo.
- Con esta nueva tecnología renovable, abriremos paso a nuevas formas de construcción y diseño de viviendas como ya se viene realizando, lo cual nos ayudara a poder crear hogares que sean más accesibles para la población del lugar donde serán proyectados, ya que los materiales a utilizar serán de menos costo que los que usamos habitualmente.

- Estos ladrillos tienen muchos beneficios de ahorro que es lo más importante, uno de muchos es el tema de la calefacción, ya que este bloque tiene una composición que lo hace ser aislante en términos de calor, frío, humedad y ruido. Así también, su fabricación de manera artesanal, hace que los pobladores no tengan la necesidad de gasto en transporte, ya que lo pueden realizar en el mismo lugar de la construcción.

2.2.2.2 Clasificación según fines estructurales

Según la Norma Técnica E.070, (2016) nos dice: Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas (pag.13).

Tabla 1. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACION DE DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN <i>f_b</i> mínimo en MPa (<i>kg/cm²</i>) 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	±4	±3	±2	±4	4,9 (50)
Bloque NP	±7	±6	±4	±8	2,0 (20)

Fuente: SENCICO.

(1) Bloque P: Usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque NP: Usado en la construcción de muros no portantes

2.2.2.3 Limitaciones de su aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en las normas indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismo resistente.

Tabla 2. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industria	Si	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: SENCICO.

2.2.2.4 Formas

- Macizo

Es un ladrillo que se desarrolla por el proceso de prensado, brindándole un buen acabado en su superficie, este ladrillo no tiene perforaciones o si los tiene se presentan en un 10% de volumen del material.



Figura 3a. *Ladrillo macizo.*

- **Perforado**

Este ladrillo es mucho más liviano y cuenta con mejor resistencia, debido a que el mortero se concentra por sus orificios, normalmente las perforaciones son de forma circular y varían entre 10% y 35% con respecto al volumen de sus orificios.



Figura 3b. *Ladrillo perforado.*

- **Hueco**

Estos ladrillos llevan perforaciones a los extremos a través de toda su longitud, lo que lleva a la reducción del volumen de los huecos del material entre un 70%, haciéndolo mucho más liviano, lo cual cumple una función de ayudar con su transporte.

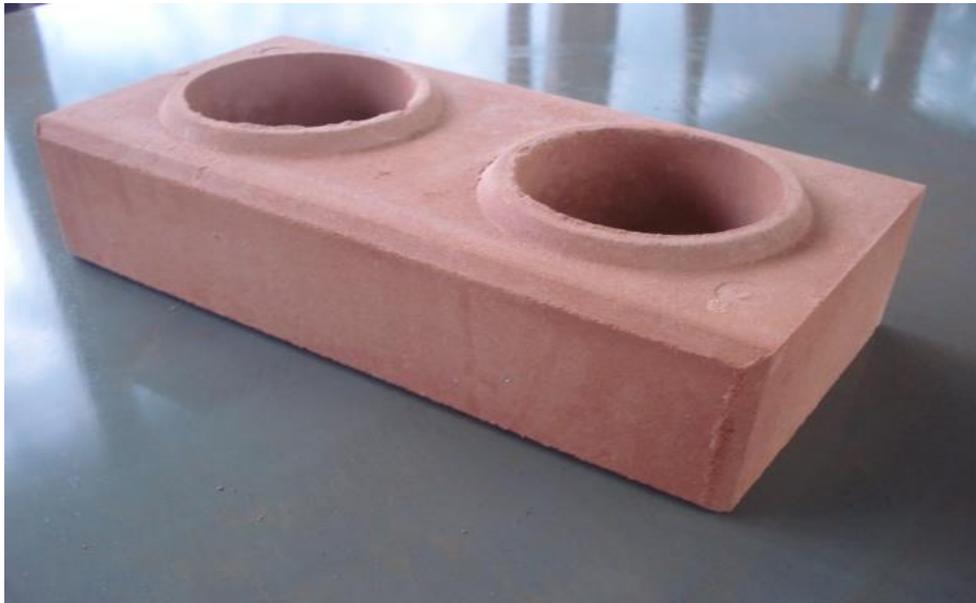


Figura 3c. *Ladrillo hueco.*

2.2.2.5 Materiales de mezcla

- **Mortero**

El mortero está constituido por una mezcla de agregado fino y cemento, escasos si lo requiere aditivos, a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, este material tiene como beneficio una resistencia a la compresión considerable y hoy en día es muy popular su uso dentro de la mampostería y acabados (Meneses y Díaz, 2019, p.54). Dentro de este campo debemos conocer sus componentes para determinar el comportamiento de los mismos, con la finalidad de determinar el factor de seguridad para las estructuras donde serán utilizados (Rogontino et al., 2017, p.23).

- **Componentes**

- a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:
- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009
 - Tipo I. Este es utilizado en la elaboración de obras de concreto cualesquiera, estructuras (puentes, edificaciones, viviendas, etc.) se aplica cuando las especificaciones de obra no señalan el empleo de otro diferente tipo de cemento.
 - Tipo II. Dicho cemento posee una resistencia moderada a la acción de los sulfatos, y es usado en construcciones de concreto donde se necesite moderado calor de hidratación, cuando así se encuentre establecido en las especificaciones técnicas.
 - Cemento Adicionado IP, NTP 334.830
 - Cemento pórtland tipo IP: Molienda conjunta entre el Clinker y puzolana. Contiene entre 15% y 40 % de puzolana.
 - Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.
- b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias según lo especificado.

Tabla 3. *Granulometría de la arena gruesa.*

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

Fuente: SENCICO.

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

- **Proporciones**

Tabla 4. *Tipos de mortero.*

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: SENCICO.

- Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos y se asegure la durabilidad de la albañilería.
- De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en el Artículo 6 (6. 2ª), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

- **Pruebas**

Según la norma E.070 del Reglamento Nacional de edificaciones (2016), indica que las pruebas que darán como resultado las calidades requeridas para el ladrillo de albañilería son:

➤ **Variación dimensional**

En esta prueba se determinarán las dimensiones del bloque, obteniendo cierta variación de las muestras de eco ladrillos que pasarán por el ensayo, esto siguiendo el requerimiento de la norma NTP 399.613.

De la cual el cálculo indicado sería el plasmado a continuación:

$$\% \text{ Variación dimensional} = \frac{DN - DP \times 100}{DN}$$

Dónde:

% Variación dimensional = Resultado del porcentaje total de variación.

DP = Dimensiona promedio.

DN = Dimensión nominal.

➤ **Absorción**

Es la capacidad de adquisición de líquidos que poseen los agregados, la cual depende mucho del factor de porosidad en los elementos que tienen que pasar por las fases de seco total, parcialmente húmedo, saturado y humedad total (Gutiérrez, 2003, p.22), se utilizará la norma NTP 339.613, dentro de las cuales también se verá el peso final o también llamado peso en seco.

La norma nos indica que la muestra en este caso de concreto NP, no deberá ser mayor al 15 %, a diferencia de una muestra de concreto convencional que no deberá ser mayor al 20 %, dentro de las características que debe tomar la muestra están:

- El peso de la muestra en la estufa: Este resultado se medirá en Kg.
- El peso de la muestra sumergida: Este resultado se medirá luego de las 24 horas de haberse sumergido, también en Kg.
- El peso de la muestra con agua absorbida: Este resultado será la diferencia de ambos casos anteriores.

El cálculo requerido de la absorción se plasmará en la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{P2 - P1}{P1} \times 100$$

Dónde:

% Absorción = Resultado del porcentaje de absorción total.

P1 = Peso de la muestra en seco sobre la estufa.

P2 = Peso de la muestra luego de las 24 horas de sumergida.

- **Alabeo**

Esta prueba determinara las dimensiones de la superficie de la muestra, sometida a diferentes factores tales como humedad, calor y peso. Para esta prueba utilizaremos la norma NTP 339.613, la cual nos brindara como resultado las medidas requeridas para el ecoladrillo representado con la unidad de medida en milímetros.

El cálculo requerido para determinar el alabeo es el indicado a continuación:

$$PA = \frac{D + I + C}{3}$$

Dónde:

PA = Resultado del alabeo total.

D = Medida de la superficie derecha.

I = Medida de la superficie izquierda.

C = Medida de la superficie central.

- **Resistencia a la compresión**

Estos métodos de prueba se realizan para comprobar el factor de seguridad de una estructura e indicar las características que ha tomado el concreto o mortero. Siendo así la resistencia la propiedad más importante dentro de la mampostería para

estructuras ya de característica portante o no portante (Andrade y Palacios, 2019, p. 24).

En esta investigación se desarrollará el ensayo de resistencia de compresión al ecoladrillo a diseñar como unidad de albañilería, para lo cual deberá cumplir las especificaciones correspondientes, dentro de estos ensayos se definirá la resistencia que el ecoladrillo ha tomado y el control calidad adecuado, para lo cual el cálculo indicado se hará bajo la norma NTP 399.613 y 399 605.

La ecuación a utilizar para determinar la resistencia a compresión es (Ojeda, Mercante y Fajardo, 2020, p 60.):

$$R_c = \frac{F_c}{A}$$

Dónde:

R_c = Resistencia a la compresión (MPa).

F_c = Carga de rotura (N).

A = Área de probeta (mm²).

- **Resistencia a la flexión**

Estos métodos se usan para determinar las deformaciones ocasionadas por un momento flector producido dentro del elemento (Cervera y Blanco, 2015, p.149). Dentro de los cual se encuentra una característica muy importante que es que este momento es aplicado a un elemento que falla por el momento de un elemento de concreto o mortero no reforzado.

En esta investigación se desarrollará el ensayo a flexión con el fin de hallar el módulo de rotura de la unidad de albañilería, el cual será de utilidad para dar a conocer nuevos tipos de morteros de revestimiento, que se utilizaran en distintas ocasiones de acuerdo a su relación (Alejandre, 2002, p. 62).

La ecuación a utilizar para determinar la resistencia a flexión es:

$$R_f = \frac{1.5 \times F_i \times l}{b^3}$$

Dónde:

R_f = Resistencia a la flexión (MPa).

F_i = Carga de rotura (N).

l = Luz de ensayo (mm).

b = Ancho de probeta (mm).

- **Aceptación de la unidad**

De acuerdo a la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 (2006), nos indica que para la aceptación de la unidad de albañilería (ecoladrillo), este deberá cumplir requisitos fundamentales, tales como los mostrados a continuación:

- La muestra no debe presentar más del 20% de dispersión en el resultado, de acuerdo si su elaboración es industrial, o más del 40 % si su elaboración es artesanal, se realizarán ensayos en distintas muestras y si estas no obtienen los resultados requeridos, se rechazará el lote de muestras.
- El bloque de muestra de concreto NP no deberá tener como resultado un coeficiente de absorción mayor al 15 %.
- Correspondiendo a las dimensiones, estos tendrán un espesor mínimo superficial de asentamiento que oscilará entre 25 mm para los bloques de clase P y 12 mm para bloques de clase NP.
- El ecoladrillo no deberá tener residuos extraños en el exterior, ni en el interior del elemento.
- El ecoladrillo deberá tener como característica, un calentado y color de manera uniforme.
- El ecoladrillo no deberá tener defectos tales como: fracturas, grietas, agujeros, entre otros, que afecten al elemento en aspectos de resistencia y durabilidad.
- El ecoladrillo no debe presencia de salitre, en forma de manchas o de otro tipo.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de proyecto de investigación será APLICADO, porque es una investigación que tiene como propósito aplicar los conocimientos profesionales previos, lo que llevara a cabo resultados para conocer la realidad que se está tratando.

Este tipo de investigación aplicará dichos conocimientos dentro del campo de grupos de procesos, lo cual se dará con el propósito de usarlos al momento, dando distintos enfoques, métodos, técnicas, etc. Lo cual brindará distintos criterios que tendrán como resultado una “verdad” sobre la realidad que está sometida a la investigación. (Cordero, 2009, p. 159).

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación que se utilizara para realizar el proyecto es EXPERIMENTAL, debido a que se realizara un estudio de la variable independiente, que tendrá una relación directa con la variable dependiente, lo que indicará que si la variable independiente varia de cierto modo, la variable dependiente también variará (Hernández, et. al., 2014, p. 130).

Además, se menciona que es un diseño experimental porque se pondrá a prueba el producto final del proyecto de la investigación, demostrando las propiedades que este compuesto puede brindar a los materiales utilizados comúnmente en la construcción a través de pruebas de muestreo, resistencia a la compresión y absorción de humedad, de acuerdo a la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

3.2 Variables y Operacionalización

3.2.1 Variables

- V. DEPENDIENTE: ECOLADRILLO
- V. INDEPENDIENTE: CENIZA VOLANTE DE CARBÓN

3.2.2 Operacionalización de variables

Tabla 5. Operacionalización de variables.

Operacionalización de variables					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
CENIZA VOLANTE DE CARBON	<p>Para esto Pajuelo (2018), afirma que: El residuo finamente dividido resultante de la combustión del carbón, ya sea en trozos o en polvo, el cual es transportado desde su almacenamiento por los gases de combustión. Es utilizado como combustible en la generación eléctrica y eliminada por</p>	<p>Las propiedades físicas y químicas de la ceniza volante carbón se obtendrán a través de la observación y el resultado de los procesos por el cual paso el elemento, como también del resultado obtenido para la dosificación a tratar de 16%, 24% y 32%.</p>	Propiedades físicas	Granulometría	Nominal Y razón
				Absorción	
				Peso Específico	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión axial	
				Resistencia a la compresión diagonal	
				Mortero con adición de 16% de ceniza volante de carbón	
Dosificación de la ceniza en el mortero	Mortero con adición de 24% de ceniza volante de carbón				

	precipitadores electrostáticos, antes que el gas sea liberado a la atmosfera (pag.41).		Mortero con adición de 32% de ceniza volante de carbón		
ECOLADRILLOS	Según Trinidad (2018), afirma en su investigación: “Los bloques y ladrillos son denominados ecológicos porque son elaborados a partir de materiales reciclados, tales como los obtenidos de las demoliciones de estructuras” (pag.65).	Las características físicas y mecánicas se obtendrán de acuerdo al porcentaje de ceniza volante de carbón que se adicionara (16%, 24% y 32%) al ecoladrillo, como también el resultado la evaluación económica se basara en los resultados de la elaboración del ecoladrillo.	Propiedades físicas	Variación dimensional	Nominal y Razón
				Alabeo	
				Absorción	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión de unidades	
			Resistencia a la compresión de prismas		
			Resistencia a la compresión de muretes		
			Evaluación económica	Costos	

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población se delimita de acuerdo a donde se pretende realizar los análisis para obtener los resultados, siendo así el conjunto de grupo de prueba que coincide con las especificaciones de acuerdo a su contenido, lugar y tiempo (Hernández, et. al., 2014, p. 174).

La población para este proyecto de investigación es desconocida, ya que estarán conformadas de los ecoladrillo elaborados según la norma E0.70 Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

3.3.2 Muestra y muestreo

La muestra se define como el subconjunto que pertenece a un conjunto ya determinado (población), el cual deberá ser el más provechoso para obtener buenos resultados del estudio (Hernández, et. al., 2014, p. 175).

Entonces el muestreo a utilizar para este estudio será de tipo no probabilístico, por no depender de la posibilidad de escoger a nuestro grupo de muestreo, por lo tanto, abarcaremos elementos que tengan las especificaciones correspondientes a la que está dirigida la investigación. En este caso la muestra se tomó a criterio del investigador, en conjunto con lo que demanda la norma E0.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones y representada en la tabla 6.

Tabla 6. *Relación de ecoladrillos a ensayar.*

	Ladrillos	Pilas	Muretes
Patrón	3	3 (3 ladrillos)	3 (15 ladrillos)
16 %	3	3 (3 ladrillos)	3 (15 ladrillos)
24 %	3	3 (3 ladrillos)	3 (15 ladrillos)
32%	3	3 (3 ladrillos)	3 (15 ladrillos)

Fuente: Elaboración propia

Demostrando que la investigación requiere del criterio del investigador y del cumplimiento del reglamento, por lo tanto, para determinar la muestra de manera probabilística se utilizaría la siguiente formula

$$n_0 = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

Donde:

Z= Valor estandarizado de confianza del investigador (99%-2.58)

S= Desviación estándar de la variable fundamental de la investigación (A criterio del investigador)

E= Limite aceptable de error muestral (A criterio del investigador)

n_0 = Tamaño de la muestra

Reemplazamos los valores:

$$n_0 = \frac{2.58^2 0.083^2}{0.03^2}$$

$$n_0 = 51 \text{ unidades}$$

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnica

La técnica utilizada para la recolección de datos es:

La observación y muestra, ya que el investigador estará presente en los procesos de laboratorio, observando los efectos que se obtendrán al adherir la ceniza volante de carbón en ciertos porcentajes a los ecoladrillos luego de su elaboración, como también el investigador obtendrá los materiales para su fabricación.

3.4.2 Instrumento

Los instrumentos utilizados son:

- Los equipos de laboratorio para los respectivos ensayos, todos con su respectiva ficha de resultados.

Tabla 7. Cuadro de instrumentos a utilizar en los ensayos.

INSTRUMENTO	ENSAYO
Tamices	Granulometría (ASTM)
Brocha	
Balanza eléctrica	
Horno	
Copa casa grande	
Horno	Absorción (NTP) y Peso Específico (NTP)
Balanza eléctrica	
Fiola	
Cono de absorción	
Taras	Alabeo (NTP) y Variación Dimensional (NTP)
Regla graduada	
Espátula	Resistencia a la compresión axial (NTP)
Prensa de rotura axial	
Prensa de rotura diagonal	Resistencia a la compresión diagonal (NTP)

Fuente: Elaboración propia.

- El software AutoCAD, para el respectivo diseño de los elementos de prueba (eco ladrillos), prismas y muretes.
- La hoja de cálculo Excel, para el registro de los resultados.

3.5 Procedimientos

- Primero: Se requiere adquirir la ceniza volante de carbón, la cual será importada y de uso industrial.
- Segundo: Se realizarán los procesos de laboratorio para hallar su granulometría, densidad, absorción y de acuerdo a ello utilizarlo en cierto porcentaje dentro del ladrillo.
- Tercero: Se requerirá la recolección de materiales para la mezcla, tales como: arena (cantera de Carabayllo), cemento (Sol) y Ceniza volante de carbón (Importada de uso industrial), para la elaboración del eco ladrillo.

- Cuarto: Se procede a realizar el diseño de mezcla para los eco ladrillos con su respectiva dosificación patrón, 16%, 24% y 32%.



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280555
Fijo: 01 7261346
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA	Código	FOR-LAB-00-001
		Revisado	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	15/6/2019

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
AGI 211

REFERENCIA	- Datos de laboratorio
SOLICITANTE	- Resajería Coasitua, Piero Lucio
TESTES	- Elaboración de ecoladrillos esferizantes con cenizas volantes de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán
UBICACIÓN	- Distrito Ate. Lima - 2020 C/36A
	Fecha de ensayo: 01/10/2020

MATERIAL	Pn 88 kg/m ³		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. kg/m ³	P. LABRADO C. kg/m ³
	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINIZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
ARCILLA	1.75	-	8.8	16.1	1521.0	1667.0
CENIZA VOLANTE	3.02	1.22	4.1	4.3	-	-

MATERIALES: CEMENTO, ARCILLA, AGUA

DOSIFICACIÓN DE CENIZA VOLANTE



■ ARCILLA ■ AGUA ■ CEMENTO

A)	VALORES DE DISEÑO			
	1 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		16.1	
	2 MAXIMA DENSIDAD SECA		1.612	
	3 CANTIDAD DE CEMENTO		16	%
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO			
	FACTOR CEMENTO		312.0	kg/m ³
	Volumen absoluto de cemento		0.1380	m ³ /m ³
	Volumen absoluto del agua		0.1970	m ³ /m ³
	% DE MATERIALES		0.7020	m ³ /m ³
	Volumen absoluto de Arcilla			0.710
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.066
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR CH PESO SECO			
	CEMENTO		312	kg/m ³
	ARCILLA		1239	kg/m ³
	AGUA		196	kg/m ³
D)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR CH PESO HUMEDO			
	CEMENTO		312	kg/m ³
	ARCILLA		1239	kg/m ³
	AGUA		196	kg/m ³
E)	PESO DE MEZCLA		1136	kg/m ³
F)	CANTIDAD DE MATERIALES (EN KG)			
	CEMENTO		16.00	Kg
	ARCILLA		61.43	Kg
	AGUA		9.59	Kg

Elaborado por:



Jefe de Laboratorio

Revisado por:



Ingeniero de Suelos y Pavimentos

Aprobado por:



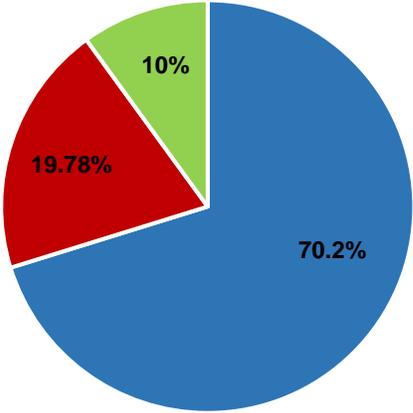
Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 4. Diseño de mezcla patrón.

Tabla 8. Diseño de mezcla patrón.

		DISEÑO DE MEZCLA F'c 55 kg/cm2				
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020 TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO				
MATERIAL	PESO ESPECIFICO	MODULO DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL	ABSORCIÓN	P. UNITARIO S.	P. UNITARIO C.
	g/cc		%	%	Kg/m3	Kg/m3
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	-	-	-	-	-
ARCILLA	1.75	-	8.5	16.1	1521.0	1687.0
CENIZA VOLANTE	2.02	1.22	4.1	4.3	-	-

DOSIFICACIÓN 0% DE CENIZA VOLANTE



■ ARCILLA ■ AGUA ■ CEMENTO

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CG-MTL
		Fecha	16/02/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	21/02/2018
SOLICITANTE	Bedezor Coahuil, Piero Lucio		
TEXIS	Elaboración de ecobloques adosando ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán,		
UBICACIÓN	Dzozto Alm, Lima - 2020 LIMA		

MATERIAL	f _c 55 kg/cm ²					
	PESO ESPECÍFICO g/cm ³	MODULO FINESA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO B Kg/m ³	P. UNITARIO C Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
ARCILLA	1.75	-	6.5	18.1	1021.0	1087.0
CENIZA VOLANTE (16%)	2.02	1.22	4.1	4.3	-	-

MATERIALES: CEMENTO, ARCILLA, AGUA



A)	VALORES DE DISEÑO			
1	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	18.1		
2	MÁXIMA DENSIDAD SECA	1.812		
3	CANTIDAD DE CEMENTO	18	%	
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO			
	FACTOR CEMENTO	212.0	Kg/m ³	7.3
	Volumen absoluto del cemento	0.1800	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del agua	0.1836	m ³ /m ³	
	% DE MATERIALES			
	Volumen absoluto de Arcilla	0.2719	m ³ /m ³	0.737
	Volumen de ceniza volante	0.1800	m ³ /m ³	
	ELABORACIÓN DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.000
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO			
	CEMENTO	312	Kg/m ³	
	ARCILLA	305	Kg/m ³	
	AGUA	333	Kg/m ³	
	CENIZA VOLANTE (16% del volumen de la mezcla)	323	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA	1484	Kg/m ³	
D)	CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO			
	CEMENTO	312	Kg/m ³	
	ARCILLA	310	Kg/m ³	
	AGUA	333	Kg/m ³	
	CENIZA VOLANTE (16% del volumen de la mezcla)	323	Kg/m ³	
E)	PESO DE MEZCLA	1806	Kg/m ³	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES (50 kg)			
	CEMENTO	15.05	Kg	
	ARCILLA	30.49	Kg	
	AGUA	6.13	Kg	
	CENIZA VOLANTE (16% del volumen de la mezcla)	16.2	Kg	

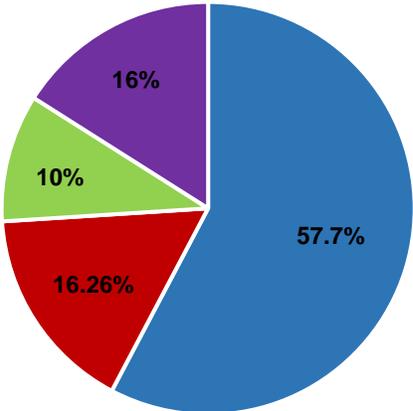
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Perforación	Control de Calidad

Figura 5. Diseño de mezcla con dosificación 16%.

Tabla 9. Diseño de mezcla con dosificación 16% de ceniza volante.

		DISEÑO DE MEZCLA F'c 55 kg/cm ²				
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020				
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO				
MATERIAL	PESO ESPECIFICO	MODULO DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL	ABSORCIÓN	P. UNITARIO S.	P. UNITARIO C.
	g/cc		%	%	Kg/m ³	Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	-	-	-	-	-
ARCILLA	1.75	-	8.5	16.1	1521.0	1687.0
CENIZA VOLANTE (16%)	2.02	1.22	4.1	4.3	-	-

DOSIFICACIÓN 16% DE CENIZA VOLANTE



■ ARCILLA ■ AGUA ■ CEMENTO ■ CENIZA VOLANTE

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA	Código	FOR-LAR-CD-091
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	10/02/19

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	Orden de laboratorio	Fecha de ensayo: 03/02/2020
SOLICITANTE	Reduza Construc, Pisco Luch	
TESIS	Elaboración de costambros adición de ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán	
UBICACIÓN	Ciudad Ate, Lima - 2020	

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO		HUMIDIDAD %	ABSORCIÓN %	F. VOLUMEN S. Kg/m ³	F. VOLUMEN C. Kg/m ³
	g/cm ³	MODULO FINIZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	-	-	-	-	-
ARCILLA	1.75	-	6.5	10.1	1321.2	1067.8
CENIZA VOLANTE (24%)	2.02	1.22	4.1	4.3	-	-

MATERIALES: CEMENTO, ARCILLA, AGUA



A) VALORES DE DISEÑO					
1	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		19.1		
2	MAXIMA DENSIDAD SECA		1.913		
3	CANTIDAD DE CEMENTO		10	%	
B) ANALISIS DE DISEÑO		312.8	Kg/m ³	7.3	Kg/m ³
FACTOR CEMENTO					
Volumen absoluto de cemento		0.1008	m ³ /m ³		
Volumen absoluto de agua		0.1451	m ³ /m ³		
% DE MATERIALES					
Volumen absoluto de Arcilla		0.0188	m ³ /m ³		6.788
Volumen de ceniza volante		0.2488	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO					
CEMENTO		312	Kg/m ³		
ARCILLA		901	Kg/m ³		
AGUA		145	Kg/m ³		
CENIZA VOLANTE (24% del volumen de la mezcla)		405	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA		1388	Kg/m ³		
D) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO					
CEMENTO		312	Kg/m ³		
ARCILLA		901	Kg/m ³		
AGUA		145	Kg/m ³		
CENIZA VOLANTE (24% del volumen de la mezcla)		405	Kg/m ³		
E) PESO DE MEZCLA		1949	Kg/m ³		
F) CANTIDAD DE MATERIALES (Kg)					
CEMENTO		10.00	Kg		
ARCILLA		61.06	Kg		
AGUA		7.26	Kg		
CENIZA VOLANTE (24% del volumen de la mezcla)		24.2	Kg		

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Fecha de Laboratorio	Ingeniero de Estructuras y Fundaciones	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 6. Diseño de mezcla con dosificación 24%.

Tabla 10. *Diseño de mezcla con dosificación 24% de ceniza volante.*

		DISEÑO DE MEZCLA F'c 55 kg/cm ²				
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020				
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO				
MATERIAL	PESO ESPECIFICO	MODULO DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL	ABSORCIÓN	P. UNITARIO S.	P. UNITARIO C.
	g/cc		%	%	Kg/m ³	Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	-	-	-	-	-
ARCILLA	1.75	-	8.5	16.1	1521.0	1687.0
CENIZA VOLANTE (24%)	2.02	1.22	4.1	4.3	-	-

DOSIFICACIÓN 24% DE CENIZA VOLANTE

Material	Porcentaje
ARCILLA	51.5%
AGUA	14.51%
CEMENTO	10%
CENIZA VOLANTE	24%

■ ARCILLA ■ AGUA ■ CEMENTO ■ CENIZA VOLANTE

Fuente: Elaboración propia.

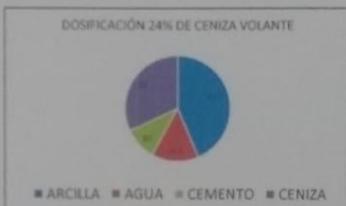
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA	Código	FOR-LAB-CO-091
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2019

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 311

REFERENCIA	Datos de laboratorio	Fecha de ensayo: 01/10/2020
SOLICITANTE	Badajoz Coashui, Piero Lucio	
TESIS	Elaboración de ecoladrillos adicionando ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán.	
UBICACION	DISTRITO ALA - Lima - 2020	

MATERIAL	F _c 55 kg/cm ²		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	-	-	-	-	-
ARCILLA	1.75	-	8.5	16.1	1521.0	1687.0
CENIZA VOLANTE (24%)	2.02	1.22	4.1	4.3	-	-

MATERIALES: CEMENTO, ARCILLA, AGUA



A) VALORES DE DISEÑO						
1	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD					16.1
2	MAXIMA DENSIDAD SECA					1.812
3	CANTIDAD DE CEMENTO			10	%	
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			312.0	Kg/m ³	7.3	Bl/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1000	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del agua				0.1275	m ³ /m ³	
% DE MATERIALES						
Volumen absoluto de Arcilla				0.4524	m ³ /m ³	0.227
Volumen de ceniza volante				0.3200	m ³ /m ³	0.772
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			312	Kg/m ³		
ARCILLA			792	Kg/m ³		
AGUA			127	Kg/m ³		
CENIZA VOLANTE (32% del volumen de la mezcla)			646	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			1231	Kg/m ³		
D) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			312	Kg/m ³		
ARCILLA			792	Kg/m ³		
AGUA			127	Kg/m ³		
CENIZA VOLANTE (32% del volumen de la mezcla)			646	Kg/m ³		
E) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (30 l.)			1878	Kg/m ³		
CEMENTO			15.60	Kg		
ARCILLA			39.58	Kg		
AGUA			6.37	Kg		
CENIZA VOLANTE (32% del volumen de la mezcla)			32.3	Kg		

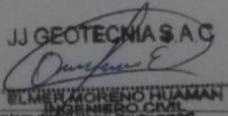
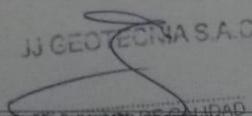
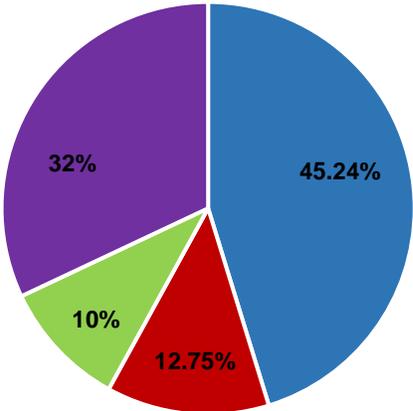
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio de Materiales	Ingeniero en Civil ELMER MACHENO HUAMAN	Gerente de Calidad JJ GEOTECNIA

Figura 7. Diseño de mezcla con dosificación 32%.

Tabla 11. *Diseño de mezcla con dosificación 32% de ceniza volante.*

		DISEÑO DE MEZCLA F'c 55 kg/cm2				
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020				
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO				
MATERIAL	PESO ESPECIFICO	MODULO DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL	ABSORCIÓN	P. UNITARIO S.	P. UNITARIO C.
	g/cc		%		Kg/m3	Kg/m3
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	-	-	-	-	-
ARCILLA	1.75	-	8.5	16.1	1521.0	1687.0
CENIZA VOLANTE (32%)	2.02	1.22	4.1	4.3	-	-

DOSIFICACIÓN 24% DE CENIZA VOLANTE



■ ARCILLA ■ AGUA ■ CEMENTO ■ CENIZA VOLANTE

Fuente: Elaboración propia.

- Quinto: Se procede a la elaboración del eco ladrillo, con medidas de: 23cm de largo, 12.5cm de ancho y 9cm de alto, de acuerdo a la observación de las medidas de los ladrillos convencionales, se agregarán los materiales de mezcla de acuerdo a sus porcentajes (16%, 24% y 32%), a un molde de metal para darle las dimensiones requeridas del bloque,
- Sexto: Se le brindara los 14 y 21 días de curado que se utilizan convencionalmente para tener una resistencia requerida y así obtendremos el producto final de los eco ladrillos con distintos tipos de adición de ceniza volante de carbón.

3.6 Método de análisis de datos

- Primero: Se realizará el estudio de laboratorio de la ceniza volante de carbón, para determinar de manera precisa el peso y la composición del material, este estudio será realizado a través del método gravimétrico.
- Segundo: Luego de la realizar la elaboración de los eco ladrillos, se procede a su respectivo estudio de laboratorio para hallar la resistencia a la compresión de unidades, prismas y muretes, dado que este eco ladrillo tendrá que cumplir con estándares de calidad requeridos. Estos resultados serán obtenidos de acuerdo a la NTP 399.613 y 399.605, todo este proceso con los equipos del laboratorio responsable siguiendo los requerimientos de la norma técnica de edificaciones E.070.

3.7 Aspectos éticos

En el trabajo de investigación los resultados a obtener, serán puestos a disposición de los expertos para su análisis, a la vez se respetó la información obtenida de otros autores y el concepto en el cual se centraron, los cuales se muestran en los 6 antecedentes nacionales e internacionales, de los cuales se tiene la certeza de que este proyecto no es producto de plagio.

Además, con toda la transparencia de la información, se busca obtener un proyecto practico y preciso, con todos los valores que se requiere para la obtención de este propósito.

IV. RESULTADOS

4.1 Ensayo de propiedades físicas

4.1.1 Ceniza volante de carbón

- Difracción de rayos X

Se determina la cantidad de óxido que contiene el material recolectado como muestra de los almacenes de MIXERCON S.A., empresa de concreto ubicada en Villa el Salvador, distrito de Lima.

Esta muestra fue analizada a través de un ensayo físico-químico (difracción de rayos X), según la norma ASTM 618-08a, en el laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB).



Slab
Laboratorio de ensayo e investigación

SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO
IE-230920-01

1. DATOS DEL CLIENTE
 - Tesistas : Badajoz Ccaishui, Piero Lucio
 - Proyecto : Elaboración de ecoladrillos adicionando ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán, Distrito Ate, Lima – 2020
2. FECHAS
 - Inicio : 27 de Setiembre de 2020
 - Finalización : 02 de Octubre de 2020
 - Emisión de informe : 02 de Octubre de 2020
3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO
 - Temperatura : 22.1 °C
 - Humedad Relativa : 53.2 %
4. ENSAYO SOLICITADO Y NORMA UTILIZADA
 - Ensayo solicitado : Composición de Óxidos
 - Método utilizado : Fluorescencia de rayos X por energía dispersiva
5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Código de Laboratorio	Producto/ Descripción
S-0364	CENIZA VOLANTE DE CARBON
6. RESULTADOS
 - 6.1 Resultados obtenidos

Parámetro	Metodología	Resultado
SiO ₂ %		54.14
Al ₂ O ₃ %		24.52
Fe ₂ O ₃ %	EDX Fluorescencia de rayos X por energía dispersiva	9.37
CaO %		2.35
Na ₂ O %		1.76
K ₂ O %		2.62
MgO %		1.56
SO ₃ %		0.63

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



SEGO ROMANO VENEZARAY D'ARTEGO
QUÍMICO
C.O.P. 1997

Página 1 de 2

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL Mz E L1 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. - Teléfono (51-1) 721 6212 -
www.slaberu.com

Figura 8. Ensayo de fluorescencia de rayos X a la ceniza volante de carbón.

Tabla 12. *Ensayo de difracción de rayos X a la ceniza volante de carbón.*

ENSAYO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X		
	TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020	
	TESISISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO	
	MATERIAL CENIZA VOLANTE DE CARBÓN	FECHA: 02/10/2020
NOMBRE CIENTÍFICO COAL FLY ASH		
TEMPERATURA 22.1 °C	CODIGO	
HUMEDAD RELATIVA 53.2 %	S-0364	
PARAMETROS	METODOLOGÍA	RESULTADO
SiO ₂ %	EDX Fluorescencia de rayos X por energía dispersiva	54.14
Al ₂ O ₃ %		24.52
Fe ₂ O ₃ %		9.37
CaO %		2.35
Na ₂ O %		1.76
K ₂ O %		2.62
MgO %		1.56
SO ₃ %		0.63

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos por el ensayo Gravimétrico, se determina que la cantidad de óxidos (90.38 %) que compone el material de prueba, son aceptables dentro de los parámetros de la normativa, la cual cumple siendo así de clase F con propiedades puzolánicas, ya que cuenta con CaO menor al 10%.

- Análisis Granulométrico

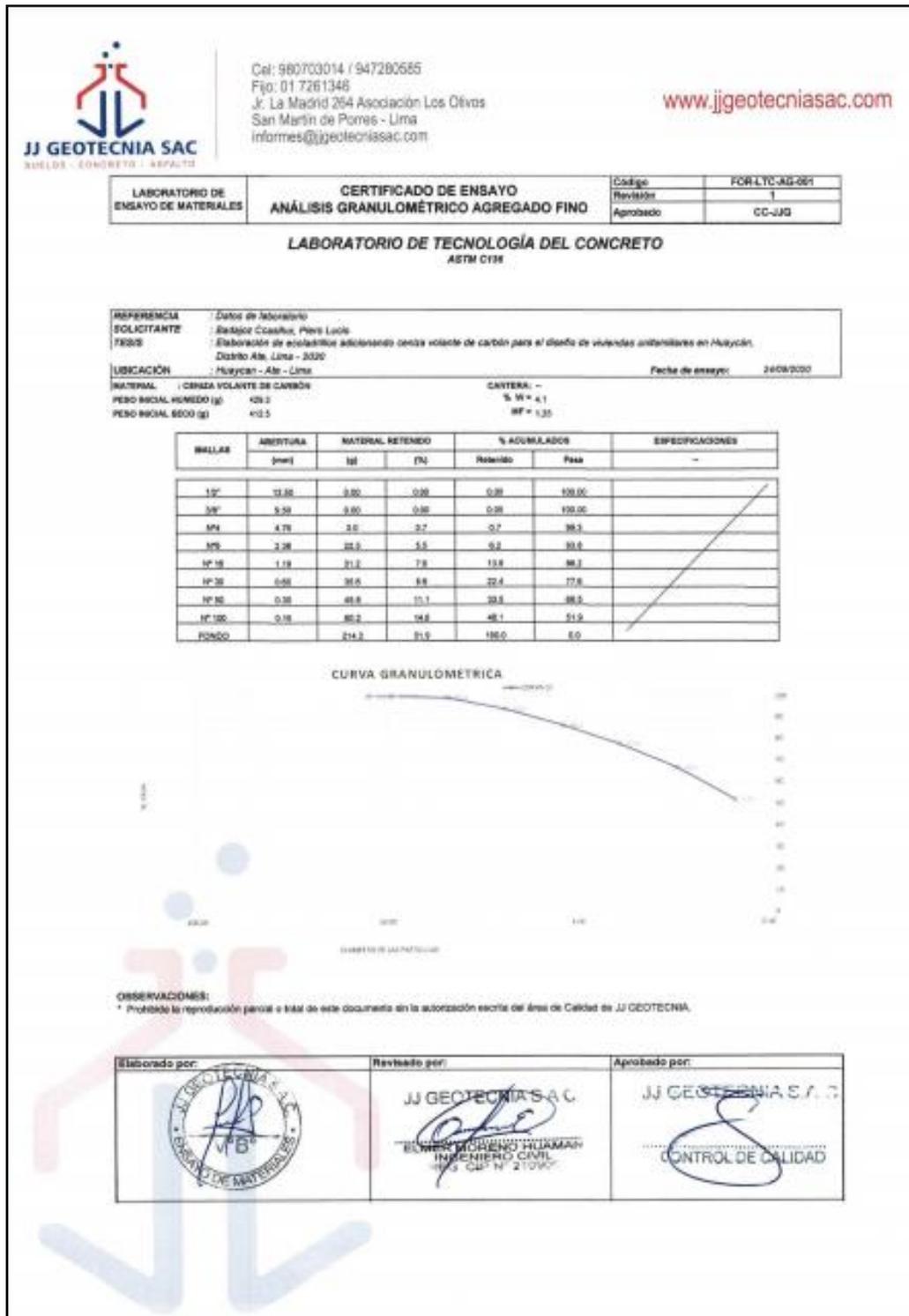


Figura 9. Ensayo de granulometría a la ceniza volante de carbón.

Tabla 13. *Ensayo de granulometría a la ceniza volante de carbón.*

		ENSAYO DE GRANULOMETRÍA			
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020			
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO			
MATERIAL	CENIZA VOLANTE DE CARBÓN			FECHA: 24/09/2020	
NOMBRE CIENTÍFICO	COAL FLY ASH				
PESO INICIAL SECO (G)	429.3	%W	4.1		
PESO INICIAL HÚMEDO (G)	412.5	MF	1.25		
MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS	
	(MM)	(G)	(%)	RETENIDO	PASA
½"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	3.0	0.7	0.7	99.3
N°8	2.38	22.5	5.5	6.2	93.8
N°16	1.19	31.2	7.6	13.8	86.2
N°30	0.60	35.8	8.6	22.4	77.6
N°50	0.30	45.8	11.1	33.5	66.5
N°100	0.15	60.2	14.6	48.1	51.9
FONDO	-	214.2	51.9	100.00	0.0

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos por el ensayo de granulometría, se llega a determinar que el porcentaje retenido por el tamiz N°100 es menor al 50%, lo que cumple con lo estandarizado, lo que formaliza que la ceniza volante tiene una capacidad de finura aceptable para el cumplimiento como componente de mezcla.

- Absorción y Peso específico



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Fijo: 01 7261346
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN	Código	FDR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JUG

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C138

REFERENCIA SOLICITANTE	Datos de laboratorio Radajo Coastal, Pisco Loro Elaboración de acedritas adicionando ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huayón, Distrito Alh. Lima - 2020
UBICACION	Huayón - Alh - Lima Fecha de ensayo: 24/02/2020

MATERIAL	CENIZA VOLANTE DE CARBÓN	CANTERA	---
-----------------	--------------------------	----------------	-----

MUESTRA N°	M-1	M-2	PROMEDIO	
1 Peso de la Cenicita S.S.E. + Peso Balón + Peso de Agua	g	800.0	804.0	802.0
2 Peso de la Cenicita S.S.E. + Peso Balón	g	490.1	490.2	490.2
3 Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	309.8	309.1	309.8
4 Peso de la Cenicita Seca al Horno + Peso del Balón	gms	471.0	471.0	471.00
5 Peso del Balón N° 2	gms	171	171	171.00
6 Peso de la Cenicita Seca al Horno (A + 4 - 5)	gms	300.0	300	300.00
7 Volumen del Balón (V = 500)	cc	498.0	498.0	498.0

RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.82	2.99	2.81
PESO ESPEC. DE MASA S.S.E. (P.E.M. S.S.E. = 300/(V-W))	g/cc	2.10	2.08	2.10
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.S.A. = A/(V-W)/(300-A))	g/cc	2.21	2.18	2.20
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (A = 300-A)/(V-W)	%	6.2	6.7	6.8

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
---	--	---

Figura 10. Ensayo de absorción y peso específico a la ceniza volante de carbón.

Tabla 14. *Ensayo de absorción y densidad a la ceniza volante de carbón.*

		ENSAYO DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD			
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020			
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI PIERO			
MATERIAL	CENIZA VOLANTE DE CARBÓN	FECHA: 24/09/2020			
NOMBRE CIENTÍFICO	COAL FLY ASH				
MUESTRA N°		M – 1	M – 2	PROMEDIO	
1	Peso de la ceniza S. + Peso balón + Peso de agua	g	833.5	834.3	833.9
2	Peso de la ceniza S. + Peso balón	g	484.1	486.2	485.2
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	349.4	348.1	348.8
4	Peso de la Ceniza Seca al Horno + Peso balón	g/cc	471.0	471.0	471.0
5	Peso del Balón N° 2	g/cc	171.0	171.0	171.0
6	Peso de la Ceniza Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	300.0	300.0	300.0
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	498.0	498.0	498.0
RESULTADOS					
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M.= A/(V-W))		g/cc	2.02	2.00	2.01
PESO ESPECIFICO DE LA MASA S. (P.E.M.S.= A/(V-W))		g/cc	2.10	2.09	2.10
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A.= A/[(V-W)-(500-A)])		g/cc	2.21	2.19	2.20
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(500-A)/A*100]		%	4.2	4.7	4.5

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos por el ensayo, el material de prueba llega a obtener un porcentaje de absorción y densidad aceptable dentro de lo estandarizado en la ficha técnica del material, de acuerdo a su clasificación.

4.1.2 Arcilla
- Análisis Granulométrico

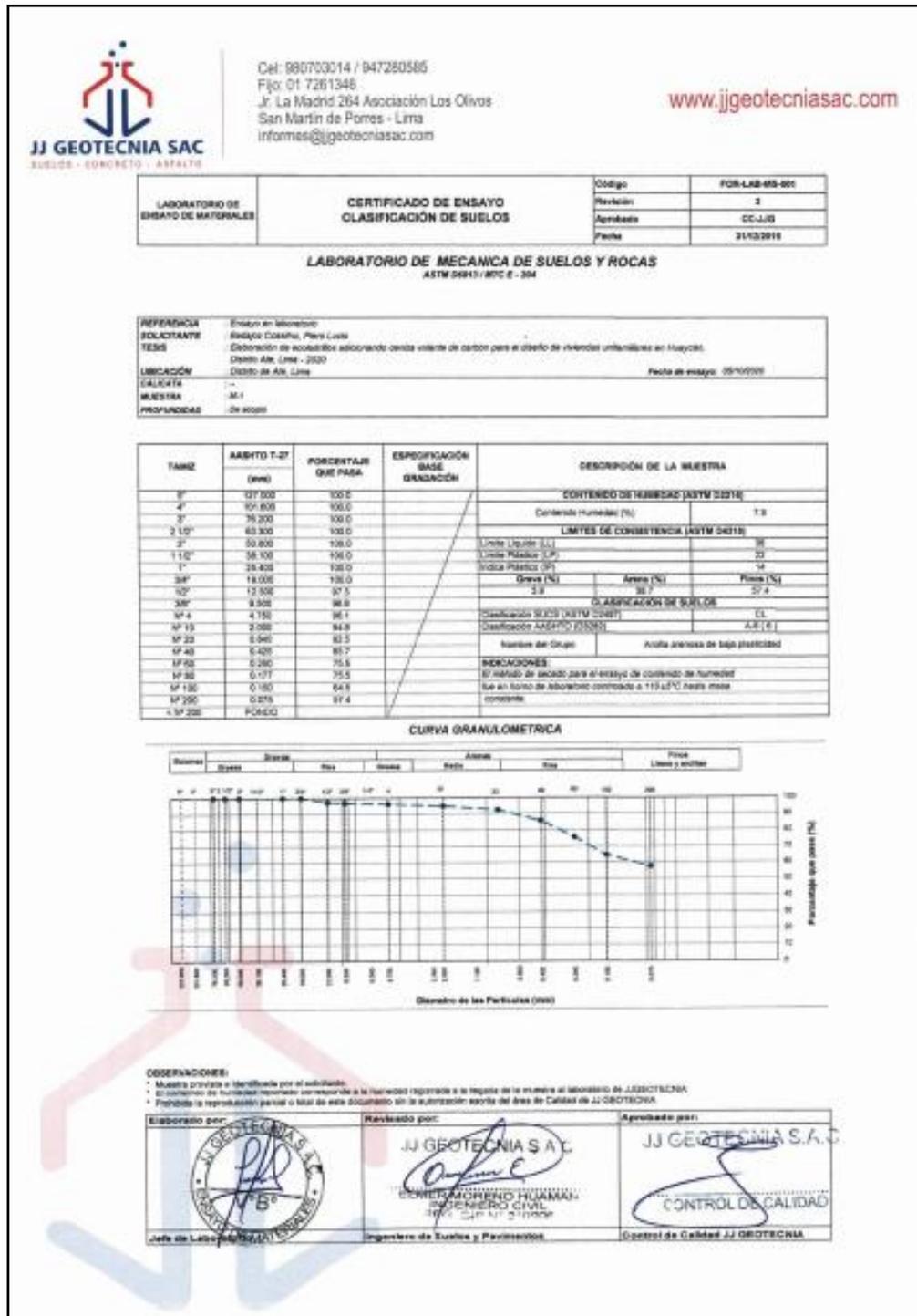


Figura 11. Ensayo de granulometría a la arcilla.

Tabla 15. Ensayo de granulometría al agregado grueso.

		ENSAYO DE GRANULOMETRÍA		
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020		
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO		
MATERIAL		TIERRA DE CHACRA	FECHA: 20/09/2020	
MUESTRA	M – 1	PROFUNDIDAD	DE ACOPIO	
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
5"	127.000	100.0	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
4"	101.600	100.0	Contenido de humedad (%)	7.9
3"	76.200	100.0	LIMITE DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
2 1/2"	63.300	100.0	Limite liquido (LL)	36
2"	50.800	100.0	Limite plástico (LP)	22
1 1/2"	38.100	100.0	Índice plástico (IP)	14
1"	25.400	100.0	Grava (%)	Arena (%) Finos (%)
3/4"	19.000	100.0	3.9	38.7 57.4
1/2"	12.500	97.3	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
3/8"	9.500	96.8	Calificación SUCS (ASTM D2487)	CL
Nº 4	4.750	96.1	Calificación ASSHTO (D3282)	A-6(6)
Nº 10	2.000	94.8	Nombre del Grupo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Nº 20	0.840	92.5	INDICACIONES:	
Nº 40	0.425	85.7	El método de secado para el ensayo de	
Nº 60	0.250	75.5	contenido de humedad fue en el horno de	
Nº 80	0.177	75.5	laboratorio controla a 110+- 5°C hasta	
Nº 100	0.150	64.5	masa constante.	
Nº 200	0.075	57.4		
< Nº 200	FONDO			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos por la prueba granulométrica, se llegó a determinar que el material que paso por el tamiz Nº 200, está clasificado como arena arcillosa de baja plasticidad, esto de acuerdo a las normativas SUCS y ASSHTO.

4.1.3 Ecoladrillo
 - Variación dimensional



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980700014 / 947280585
 Jr. La Madrid 284 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO VARIACIÓN DIMENSIONAL (VD)	Código	FOR-LAB-CO-089
		Revisado	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	18/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
MTP 338.813 / MTP 338.804

REFERENCIA	Detalle de laboratorio
SOLICITANTES	Ing. Jorge Corachi, Piero Lucio
TESIS	Elaboración de ecoladrillos adicionando cenizas volantes de carbón para el diseño de viviendas urbanizadas en Huaycán, Distrito Alti, Lima - 2020
UBICACIÓN	LIMA Fecha de emisión: 30/03/2020

DIMENSIONES ESPECÍFICAS:	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)
TIPO: ECOLADRILLO	23	12	9

ESPECIMEN	LARGO (mm)	W0	ANCHO (mm)	VD	ALTO (mm)	W0
PATRÓN 1	22.8	0.67	11.80	1.87	8.8	1.11
PATRÓN 2	22.7	1.38	11.90	0.83	8.8	2.22
PATRÓN 3	22.7	1.38	11.80	1.87	8.8	1.11
10%	22.8	0.40	12.00	0.00	8.8	1.11
10%	22.9	0.40	11.80	1.67	8.8	1.11
10%	22.8	0.87	11.80	0.83	8.9	1.11
24%	22.9	0.43	12.80	0.00	8.0	0.00
24%	22.9	0.43	12.00	0.90	8.0	0.00
24%	22.8	0.43	11.90	0.83	8.0	0.00
32%	23	0.08	12.10	-0.83	8.8	1.11
32%	22.8	0.40	12.00	0.00	9.0	0.00
32%	22.8	0.87	12.00	0.00	9.0	0.00

OBSERVACIONES:
 * Muestras identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC

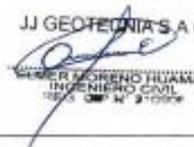
Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. 	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. 
---	---	---

Figura 12. Ensayo de variación dimensional a unidades.

Tabla 16. Ensayo de variación dimensional a unidades.

		ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL				
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020				
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO				
MATERIAL		ECOLADRILLOS			FECHA: 30/10/2020	
MUESTRA	MEDIDAS RESULTADO					
	LARGO (cm)	%VD	ANCHO (cm)	%VD	ALTO (cm)	%VD
PATRON - 1	22.8	0.87	11.80	1.67	8.9	1.11
PATRON - 2	22.7	1.30	11.90	0.83	8.8	2.22
PATRON - 3	22.7	1.30	11.80	1.67	8.9	1.11
Promedios		1.16		1.39		1.48
16% - 1	22.9	0.43	12.00	0.00	8.9	1.11
16% - 2	22.9	0.43	11.80	1.67	8.9	1.11
16% - 3	22.8	0.87	11.90	0.83	8.9	1.11
Promedios		0.58		0.83		1.11
24% - 1	22.9	0.43	12.00	0.00	9.0	0.00
24% - 2	22.9	0.43	12.00	0.00	9.0	0.00
24% - 3	22.9	0.43	11.90	0.83	9.0	0.00
Promedios		0.43		0.28		0.00
32% - 1	23	0.00	12.10	0.83	8.9	1.11
32% - 2	22.9	0.43	12.00	0.00	9.0	0.00
32% - 3	22.8	0.87	12.00	0.00	9.0	0.00
Promedios		0.43		0.28		0.37

Fuente: Elaboración propia.

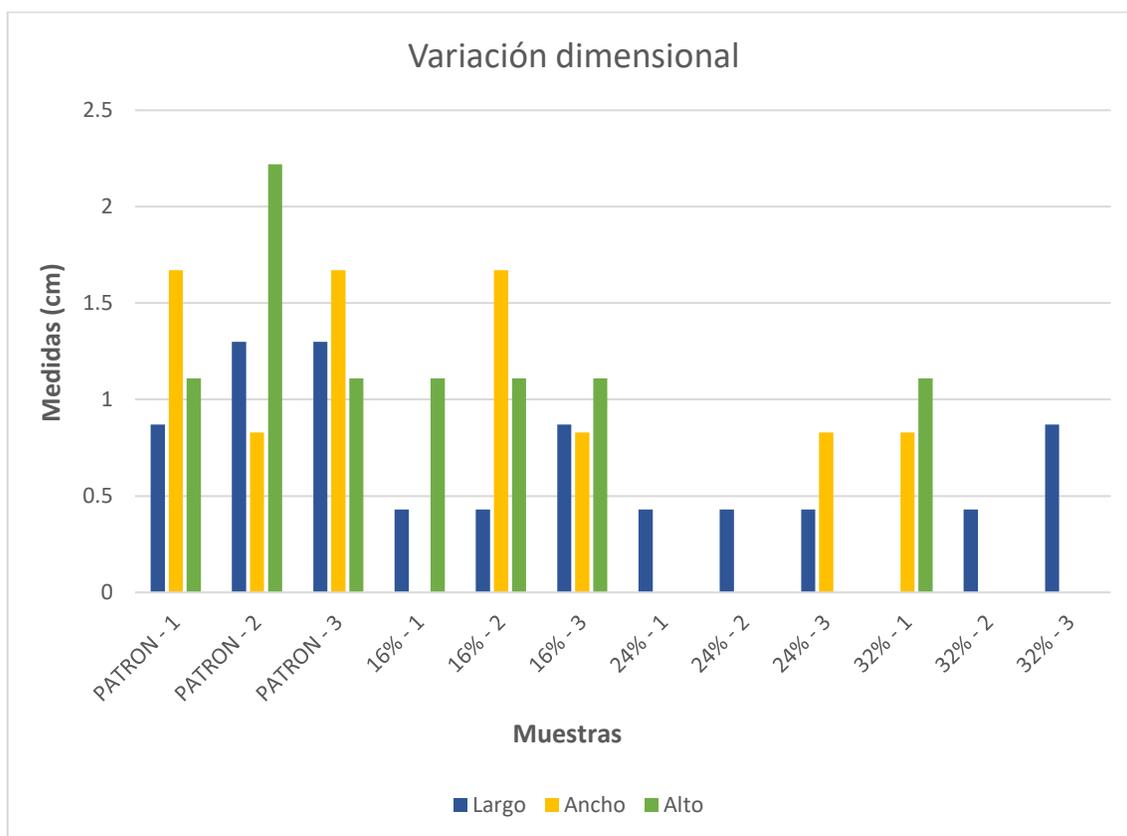


Figura 13. Variación dimensional.

Los resultados muestran una mínima variación con respecto a las dimensional de las diferentes muestras, las cuales tienen como referencia al ladrillo King Kong de 18 huecos (23cm-12.5cm-9cm), lo cual es un porcentaje aceptable de acuerdo a los valores estándar de la norma E.070.

- Alabeo



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Fijo: 01 7261346
Jr. La Madrid 254 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ALABEO	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	2
		Aprobado	DC-JAG
		Fecha	18/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 220.013 / NTP 328.804

REFERENCIA	Datos de Laboratorio		
SOLICITANTE	Redaja Cuervo / Pisco Lucie		
TESTE	Elaboración de especímenes adhiriendo cinta volante de carbono para el ensayo de viviendas unifamiliares en Huaycán, Distrito Alta, Lima - 2020		
UBICACIÓN	LQM	Fecha de emisión:	20/10/2020

TIPO: ESQUELON

ESPECIMEN	CARA SUPERIOR CONCAVADA (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXADA (mm)	CARA INFERIOR CONCAVADA (mm)	CARA INFERIOR CONVEXADA (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
Patrón-1	5	0	0	3	5
Patrón-2	4	0	0	3	4
Patrón-3	0	2	2	0	2
PROMEDIO ALABEO (mm)	1	1	1	1	4

OBSERVACIONES:
* Muestras identificadas por el solicitante
* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

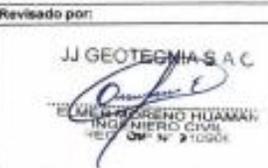
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
---	--	---

Figura 14. Ensayo de alabeo a unidades patrón.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ALABEO	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	2
		Aprobado	DC-JJB
		Fecha	06/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 329.613 / RTP 328.604

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Restos Constr. Piero Lillo
TIPO DE ENSAYO	Elaboración de ecobloques adobinados con cenizas volantes de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán, Distrito de Lima - 2020
UBICACIÓN	LIMA Fecha de emisión: 20/10/2020

TPO: ECUADRILOS

ESPECIMEN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MAXIMO (mm)
16% CENIZA VOLANTE	3	0	0	2	3
16% CENIZA VOLANTE	3	0	0	3	3
16% CENIZA VOLANTE	3	0	0	2	3
PROMEDIO ALABEO (mm)	1	1	0	1	3

OBSERVACIONES:

- * Muestras identificadas por el solicitante
- * Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		

Figura 15. Ensayo de alabeo a unidades con dosificación 16%.



Cel: 980703014 / 947280585
 Fijo: 01 7281346
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ALABEO	Código	FOR-LAB-CO-019
		Revisión	3
		Aprobado	OC-JG
		Fecha	18/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ATP 339.613 / NTP 339.604

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Beleza Coahuil, Piero Lucio
TESTS	Elaboración de aceras de adoquines con cenizas volantes de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán, Distrito Ate, Lima - 2020
UBICACIÓN	LIMA
	Fecha de emisión: 20/10/2020

TIPO - ESCALABONES

ESPÉCIMEN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
24% CENIZA VOLANTE	0	2	1	0	2
24% CENIZA VOLANTE	3	0	0	3	3
24% CENIZA VOLANTE	2	0	0	2	2
PROMEDIO ALABEO (mm)	1	1	1	1	2

OBSERVACIONES:

- * Muestras certificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. 	Aprobado por:
--------------------	--	-------------------

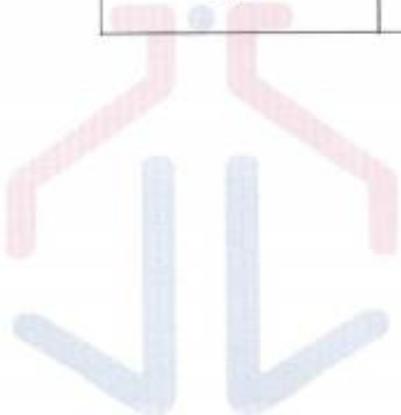


Figura 16. Ensayo de alabeo a unidades con dosificación 24%.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ALABEO	Código	PCR-LAB-CO-018
		Revisado	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	18/02/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
MTP 338.812 / MTP 338.664

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Asesoría Coahuila, Piero Lucio
TIPO	Elaboración de estadísticas adosando caras volantes de carbón para el diseño de volutas uniformes en Huaycán, Distrito Ate, Lima - 2020
UBICACIÓN	C.I.M.A. Fecha de emisión: 20/10/2020

TIPO - ESCALONILLO

ESPECIMEN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
32% CENIZA VOLANTE	2	0	0	2	2
32% CENIZA VOLANTE	1	0	0	2	2
32% CENIZA VOLANTE	1	0	0	1	1
PROMEDIO ALABEO (mm)	1	1	0	1	2

OBSERVACIONES:

- * Muestras identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL RUC CUI N° 210900	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S A C  CONTROL DE CALIDAD
---	---	--

Figura 17. Ensayo de alabeo a unidades con dosificación 32%.

Tabla 17. Ensayo de alabeo a unidades.

		ENSAYO DE ALABEO			
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020			
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO			
MATERIAL		ECOLADRILLOS		FECHA: 20/10/2020	
MUESTRA	EDAD			14 DÍAS	
	MEDIDAS				RESULTADO
	Cara superior concavidad (mm)	Cara superior convexidad (mm)	Cara inferior concavidad (mm)	Cara inferior convexidad (mm)	Alabeo máximo (mm)
PATRON - 1	5	0	0	3	5
PATRON - 2	4	0	0	3	4
PATRON - 3	0	2	2	0	2
				Promedio	4
16% - 1	3	0	0	2	3
16% - 2	3	0	0	3	3
16% - 3	3	0	0	2	3
				Promedio	3
24% - 1	0	2	1	0	2
24% - 2	3	0	0	3	3
24% - 3	2	0	0	2	2
				Promedio	2
32% - 1	2	0	0	2	2
32% - 2	1	0	0	2	2
32% - 3	1	0	0	1	1
				Promedio	2

Fuente: Elaboración propia.

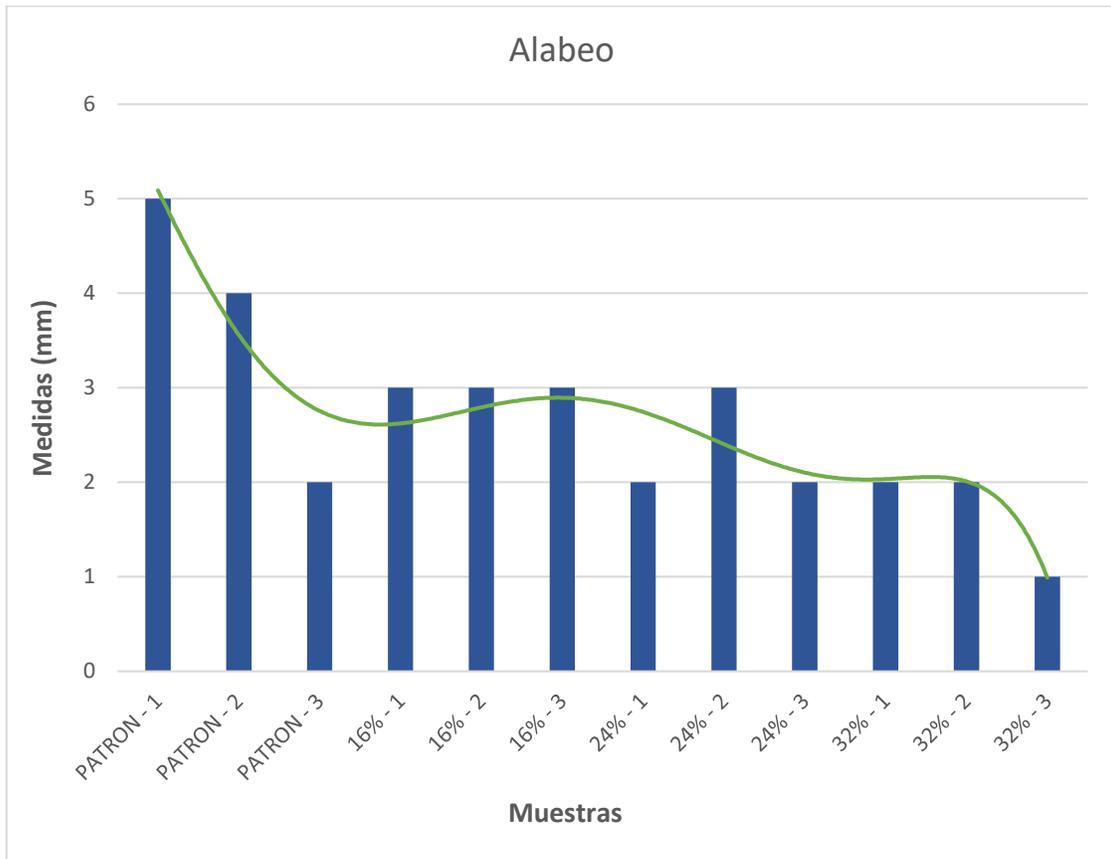


Figura 18. Alabeo.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las muestras ensayadas a los 14 días, se identifica que la variación de sus dimensiones tiene menos al 40 por ciento de dispersión, luego de haberse sometido a distintos escenarios, que va de acuerdo a lo que indica el reglamento nacional de edificaciones (E.070), lo cual nos permite aceptar las unidades.

- Absorción



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 96070014 / 947280585
Jr. La Madrid 254 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN	Código	FCR-LAB-CO-008
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJS
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
MTP 339.613 / NTP 339.664

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTES	Batallas Coahuil, Pisco Luján		
TESTE	Elaboración de probelitos edométricos dentro volante de cartón para el diseño de viviendas urbanitarias en Huayco, Distrito Ate, Lima - 2020		
UBICACIÓN	LIMA	Fecha de emisión:	17/03/2020
TIPO	Estadística		

ESPECÍMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
PATRÓN-1	3604	4130	14.5
PATRÓN-2	3725	4306	16.3
PATRÓN-3	3798	4442	17.2
18% CENIZA VOLANTE	3832	4448	16.1
16% CENIZA VOLANTE	3798	4368	15.5
10% CENIZA VOLANTE	3836	4436	16.0
34% CENIZA VOLANTE	3836	4416	15.2
24% CENIZA VOLANTE	3869	4480	16.4
24% CENIZA VOLANTE	3796	4360	16.1
32% CENIZA VOLANTE	3696	4560	18.9
32% CENIZA VOLANTE	3696	4458	18.8
32% CENIZA VOLANTE	3680	4458	18.9

OBSERVACIONES:
* Muestras identificadas por el solicitante
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
---	--	---

Figura 19. Ensayo de absorción a unidades.

Tabla 18. *Ensayo de absorción a unidades.*

	ENSAYO DE ABSORCIÓN		
	TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020		
	TESISISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO		
MATERIAL	ECOLADRILLOS		FECHA: 12/10/2020
MUESTRA	EDAD		14 DÍAS
	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24hrs	Absorción (%)
PATRON - 1	3604	4199	16.5
PATRON - 2	3725	4356	16.9
PATRON - 3	3798	4442	17.0
16% - 1	3832	4448	16.1
16% - 2	3798	4388	15.5
16% - 3	3836	4435	15.6
24% - 1	3836	4418	15.2
24% - 2	3869	4466	15.4
24% - 3	3796	4368	15.1
32% - 1	3985	4580	14.9
32% - 2	3896	4466	14.6
32% - 3	3880	4459	14.9

Fuente: Elaboración propia.

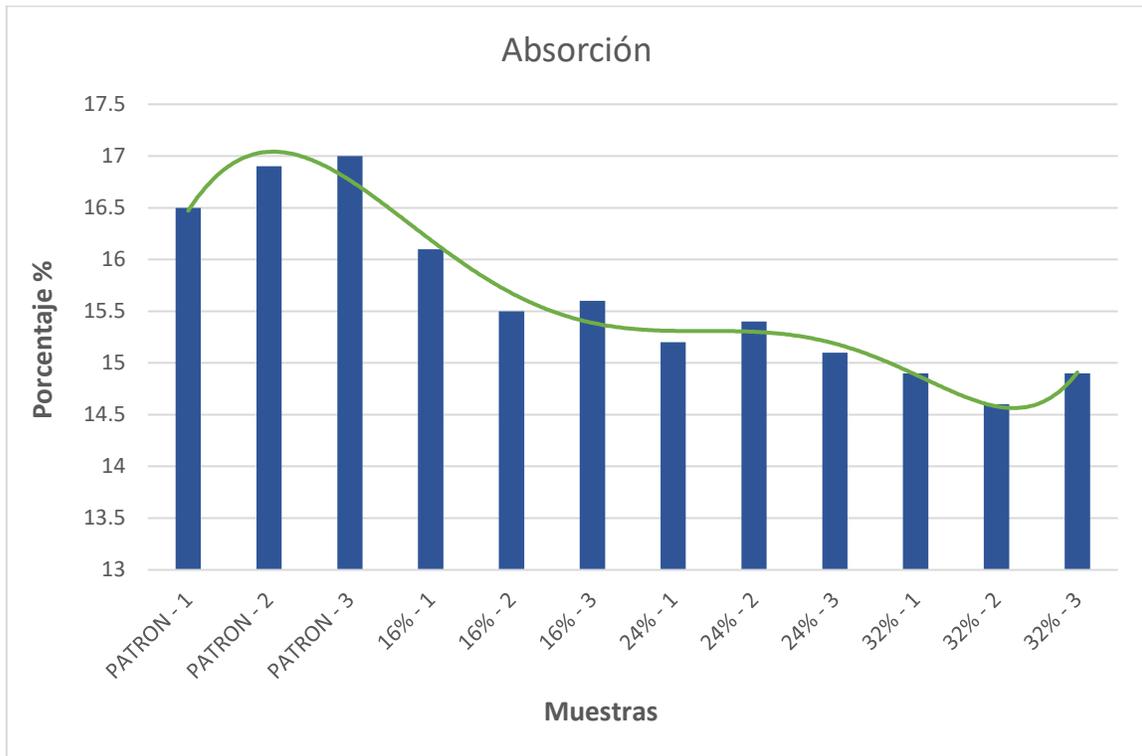


Figura 20. Absorción.

En los ensayos realizados a los ecoladrillos para determinar la absorción, se logra observar en los resultados que el máximo valor es de 17 por ciento, el cual es menor al 22 por ciento que indica la norma E.070, por lo tanto, el valor es aceptable, ya que cumple las condiciones que indica el reglamento.

4.2 Ensayo de propiedades mecánicas

4.2.1 Resistencia a la compresión de unidades (14 días)



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Fijo: 01 7261346
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 398.613

REFERENCIA SOLICITANTE	Datos de laboratorio	
TESTS	Batajo Casabul, Piero Lugo	
UBICACIÓN	Elaboración de esquadillos adicionando ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huayón, Distrito Ate, Lima - 3020	
	Fecha de ensayo:	12/10/2020

LADRILLERA: --		EDAD: 14 días		TIPO: ESCUADRILLO		
IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/cm ²)	
PATRÓN - 1	23.00	13.00	276.0	9187.5	33.2	
PATRÓN - 2	23.10	12.10	279.5	8991.1	32.2	
PATRÓN - 3	23.00	12.10	278.3	9272.8	33.3	

Promedio: 32.9

FORMULA: $C = \frac{W}{A}$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm²

W = Máxima carga en kg, indicado por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm².

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO FRANKMAN INGENIERO CIVIL REG. Nº 10906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	--

Figura 21. Ensayo de compresión a unidades patrón (14 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
MTP 399.873

REFERENCIA SOLICITANTE	Datos de laboratorio
TESIS	Bedaje Coashol, Plano Loco
UBICACIÓN	Exposición de acoladillos adicionando ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huayón, Distrito Ate, Lima - 2020 Distrito de Ate, Lima
	Fecha de ensayo: 12/10/2020

LADRILLERA: -

EDAD: 14 días

TIPO: ECOLADRILLO

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (kg)	W (kg)	C (kg/cm ²)
16% - 1	23.10	12.00	277.2	9796.8	35.3

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (kg)	W (kg)	C (kg/cm ²)
16% - 2	23.08	12.10	276.3	9354.2	33.6

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (kg)	W (kg)	C (kg/cm ²)
16% - 3	23.10	12.10	273.5	9337.6	34.3

Promedio:

34.4

FORMULA: $C = \frac{W}{A}$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm².

W = Máxima carga en kgf., indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm².

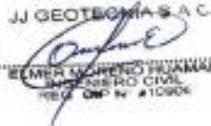
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER PACHECO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. COG. N° 410906	JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Figura 22. Ensayo de compresión a unidades 16% (14 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

WTP 398.613

REFERENCIA SOLICITANTE	Detos de laboratorio	Fecha de ensayo:	12/10/2020
TESIS	Bedajoz Coastal, Piero Luyo		
UBICACIÓN	Elaboración de acedillas adicionando cenizas volantes de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Hualcán, Distrito de Ato, Lima - 2629		
	Distrito de Ato, Lima		

LADRILLERA: -

EDAD: 14 días

TIPO: BOCILADRILLO

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/cm ²)
24% - 1	23.96	12.10	278.3	9534.6	34.3

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/cm ²)
24% - 2	23.00	12.00	276.0	9344.3	33.9

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/cm ²)
24% - 3	23.30	12.10	278.3	9841.8	35.4

Promedio:

34.5

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm².

W = Máximo carga en kgf, indicado por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm².

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S.A.C.  INGENIERO CIVIL REG. UN° 1910906	JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Figura 23. Ensayo de compresión a unidades 24% (14 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.613

REFERENCIA: Datos de laboratorio
SOLICITANTE: Santiago Coashua, Piero Lucio
TESES: Elaboración de ecoladrillos utilizando cenizas volantes de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán,
UBICACIÓN: Distrito Ate, Lima - 2020 Fecha de ensayo: 12/10/2020

LADRILLERA: -- EDAD: 14 días TIPO: ECOLADRILLO

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm ²)	W (kg)	C (kg/cm ²)
32% - 1	23.10	12.00	277.2	926.1	33.3

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm ²)	W (kg)	C (kg/cm ²)
32% - 2	23.18	12.10	279.5	895.2	32.1

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm ²)	W (kg)	C (kg/cm ²)
32% - 3	23.19	12.10	279.5	937.5	33.5

Promedio: **33.0**

FORMULA: $C = \frac{W}{A}$

DONDE:
C = Resistencia compresión del espécimen, (kg/cm²).
W = Masa seca en kg, indicada por la balanza de ensayo.
A = Pondero del área bruta en cm².

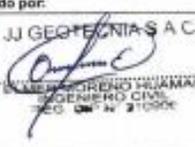
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Figura 24. Ensayo de compresión a unidades 32% (14 días).

Tabla 19. Ensayo de compresión a unidades (14 días).

	ENSAYO DE COMPRESIÓN A UNIDADES				
	TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020				
	TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO				
MATERIAL	ECOLADRILLOS			FECHA: 12/10/2020	
MUESTRA	EDAD			14 DÍAS	
	MEDIDAS			ESFUERZO	RESULTADO
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm)	W (Kg)	C (Kg/cm ²)
PATRON - 1	23.00	12.00	276.0	9167.6	33.2
PATRON - 2	23.10	12.10	279.5	8991.1	32.2
PATRON - 3	23.00	12.10	278.3	9272.8	33.3
				Promedio	32.9
16% - 1	23.10	12.00	277.2	9796.8	35.3
16% - 2	23.00	12.10	278.3	9354.2	33.6
16% - 3	23.10	12.10	279.5	9597.6	34.3
				Promedio	34.4
24% - 1	23.00	12.10	278.3	9534.6	34.3
24% - 2	23.00	12.00	276.0	9344.2	33.9
24% - 3	23.00	12.10	278.3	9841.8	35.4
				Promedio	34.5
32% - 1	23.10	12.00	277.2	9236.1	33.3
32% - 2	23.10	12.10	279.5	8985.2	32.1
32% - 3	23.10	12.10	279.5	9387.5	33.6
				Promedio	33.0

Fuente: Elaboración propia.

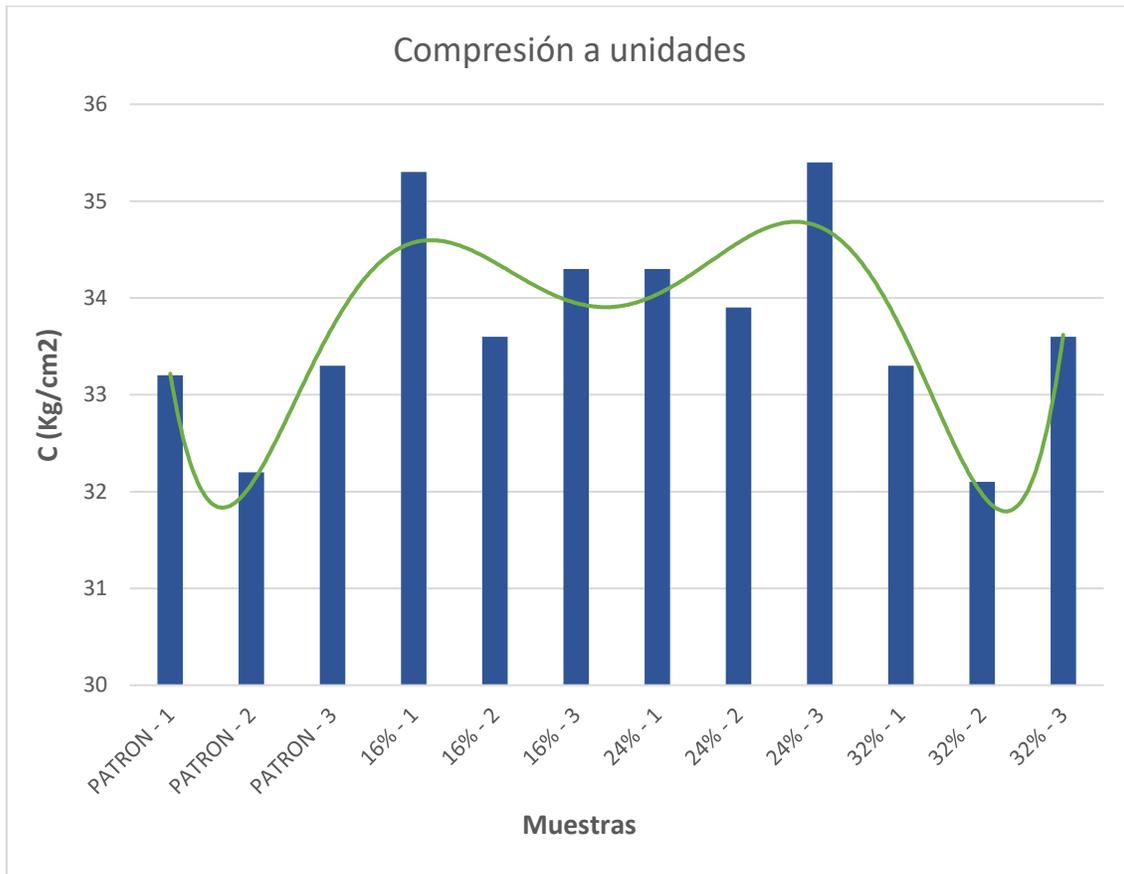


Figura 25. *Compresión a unidades (14 días).*

De acuerdo a los valores obtenidos de las muestras ensayadas a los 14 días, se logra determinar que hay una mejora considerable a comparación de ladrillos convencionales diseñados artesanalmente y con distintos métodos de fabricación, en este caso al ser un secado natural al aire libre, se obtuvo una buena capacidad portante en todos los porcentajes adicionados de ceniza volante.

4.2.2 Resistencia a la compresión de prismas (14 días)



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASPHALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-JL-354
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2020

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 200.808 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO		
SOLICITANTE	: Andujar Cashal, Piero Lucio		
TEJIS	: Elaboración de acalafatados edicionando ceraso volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Matucón, Distrito Ate, Lima - 2		
UBICACIÓN	: Ate - Lima 2020		Fecha de ensayo: 17/10/2020
	: Lirio		

IDENTIFICACIÓN	b	h	RELACIÓN	A ₀	F	f _u	f _u corregido
	[mm]	[mm]	f _u	[mm ²]	[N]	[N]	[kg/cm ²]
PATRON	33.0	11.8	2.80	378	5893.5	32.1	19.8
PATRON	32.8	11.8	2.76	268	5893.5	32.2	19.7
PATRON	32.8	11.8	2.76	273	5821.5	21.4	19.0
							18.6

NOTA:
f_u = Resistencia a la compresión de cada prisma [kg/cm²]

NOTA ALTERNATIVA: 1 N = 1.020 kg 1 kg = 9.807 N 1 kg/cm² = 98.066 kPa

TABLA 10						
FACTORES DE CORRECCIÓN DE f _u POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.75	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 14 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma : 03 unidades.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  "ELMER MORENO HUAMAN" INGENIERO CIVIL REG. ONP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

Figura 26. Ensayo de compresión a prismas patrón (14 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-864
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MFL
		Fecha	01/12/2020

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 200.808 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
SOLICITANTE	: Bañeza Cozachu, Piero Lucio
TESIS	: Elaboración de encofrados adicionando cenizas volantes de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huzcón, Distrito Ate, Lima - 2
UBICACIÓN	: Ate - Lima 2020
	Fecha de ensayo: 17/10/2020

ESCUADRILLO

IDENTIFICACION	h (mm)	s (mm)	RELACION h/s	A ₀ (cm ²)	P (kg)	f _u	f _u corregido (kg/cm ²)
16% CENIZA VOLANTE	32.3	11.9	2.75	271	835.4	23.4	30.9
16% CENIZA VOLANTE	32.3	11.8	2.71	271	838.5	24.1	21.4
16% CENIZA VOLANTE	32.5	11.9	2.73	271	678.8	24.9	22.2
PROMEDIO							21.5

DONDE

f_u = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA EXTRACTIVA: 10 = 4.48 h

1 Pa = 1 N/m²

1 kg/cm² = 98.066 kPa

**TABLA 10
FACTORES DE CORRECCIÓN DE f_u POR ESBELTEZ**

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 14 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma: 03 unidades.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL REG. Nº 170100	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MFL GEOTECNIA

Figura 27. Ensayo de compresión a prismas 16% (14 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2020

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 200.605 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO	
SOLIDANTE	: Asedijor Coshuj, Pisco Lucio	
FESIS	: Elaboración de ecoskriftos edicionando ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huayco, Distrito Ate, Lima - 2	
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de ensayo: 17/10/2020

ESQUEMA

IDENTIFICACIÓN	h (mm)	s (mm)	RELACIÓN h/s	A ₀ (mm ²)	P (kg)	f _u	f _u corregido (kg/cm ²)
24% CENIZA VOLANTE	32.8	11.8	2.78	278	920.5	22.4	20.9
24% CENIZA VOLANTE	33.0	11.8	2.80	280	995.0	25.0	23.8
24% CENIZA VOLANTE	32.5	11.8	2.76	276	960.7	24.4	21.8
PROMEDIO							21.8

UNIDADES

f_u = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA EJECUTIVA: 1kg = 4.448 N

1 kg/cm² = 1 kgf/cm²

1 kg/cm² = 98.066 kPa

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA
- * Prueba realizada a los 14 días
- * Número de unidades que conforman cada prisma: 03 unidades.

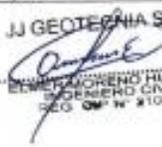
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 28. Ensayo de compresión a prismas 24% (14 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FORA.TC.AL.054
		Revisión	2
		Aprobado	DC-MFL
		Fecha	01/11/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 200.000 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO	
SOLICITANTE	: Andijor Coastal Piero Lucio	
TESTES	: Elaboración de esbozados adiciados con cenizas volante de carbón para el alseo de viviendas unifamiliares en Huaycán, Distrito Ate, Lima - J	
UBICACIÓN	: Ate - Lima 2020	Fecha de ensayo: 17/10/2020
	: Lima	

ESBOZADO

IDENTIFICACION	b (mm)	a (mm)	RELACION b/a	f_{cu} (kg/cm ²)	P (kg)	f_{tr}	f_{tr} corregido (kg/cm ²)
32% CENIZA VOLANTE	33.2	11.9	2.79	270	989.6	22.1	19.8
32% CENIZA VOLANTE	32.8	11.8	2.78	270	986.2	22.2	19.8
32% CENIZA VOLANTE	32.8	11.7	2.80	268	953.8	23.3	23.0
PROMEDIO							20.1

UNIDADES

f_{cu} = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA CESTIMATIVA: 1 kg = 4.448 N

1 MPa = 10 kgf

1 kg/cm² = 98.066 kPa

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 14 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma: 03 unidades.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MFL GEOTECNIA
--	--	--

Figura 29. Ensayo de compresión a prismas 32% (14 días).

Tabla 20. Ensayo de compresión a prismas (14 días).

		ENSAYO DE COMPRESIÓN A PRISMAS					
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020					
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO					
MATERIAL		ECOLADRILLOS		FECHA: 17/10/2020			
MUESTRA	EDAD			14 DÍAS			RESULTADO
	MEDIDAS		Relación h/e	ESFUERZO			
	h (cm)	e (cm)		Ab (cm ²)	P (kg)	F'm	
PATRON - 1	33.0	11.8	2.80	270	5959.5	22.1	19.6
PATRON - 2	32.8	11.8	2.78	269	5959.5	22.2	19.7
PATRON - 3	32.8	11.9	2.76	273	5821.5	21.4	19.0
				Promedio			19.6
16% - 1	32.9	11.9	2.76	273	6385.4	23.4	20.9
16% - 2	32.3	11.9	2.71	271	6536.5	24.1	21.4
16% - 3	32.5	11.9	2.73	271	6756.8	24.9	22.2
				Promedio			21.5
24% - 1	32.8	11.8	2.78	270	6059.5	22.4	20.0
24% - 2	33.0	11.8	2.80	269	6955.0	25.9	23.0
24% - 3	32.9	11.9	2.76	273	6662.7	24.4	21.8
				Promedio			21.6
32% - 1	33.2	11.9	2.79	270	5959.5	22.1	19.6
32% - 2	32.9	11.9	2.76	270	6005.2	22.2	19.8
32% - 3	32.8	11.7	2.80	268	6253.8	23.3	20.8
				Promedio			20.1

Fuente: Elaboración propia.

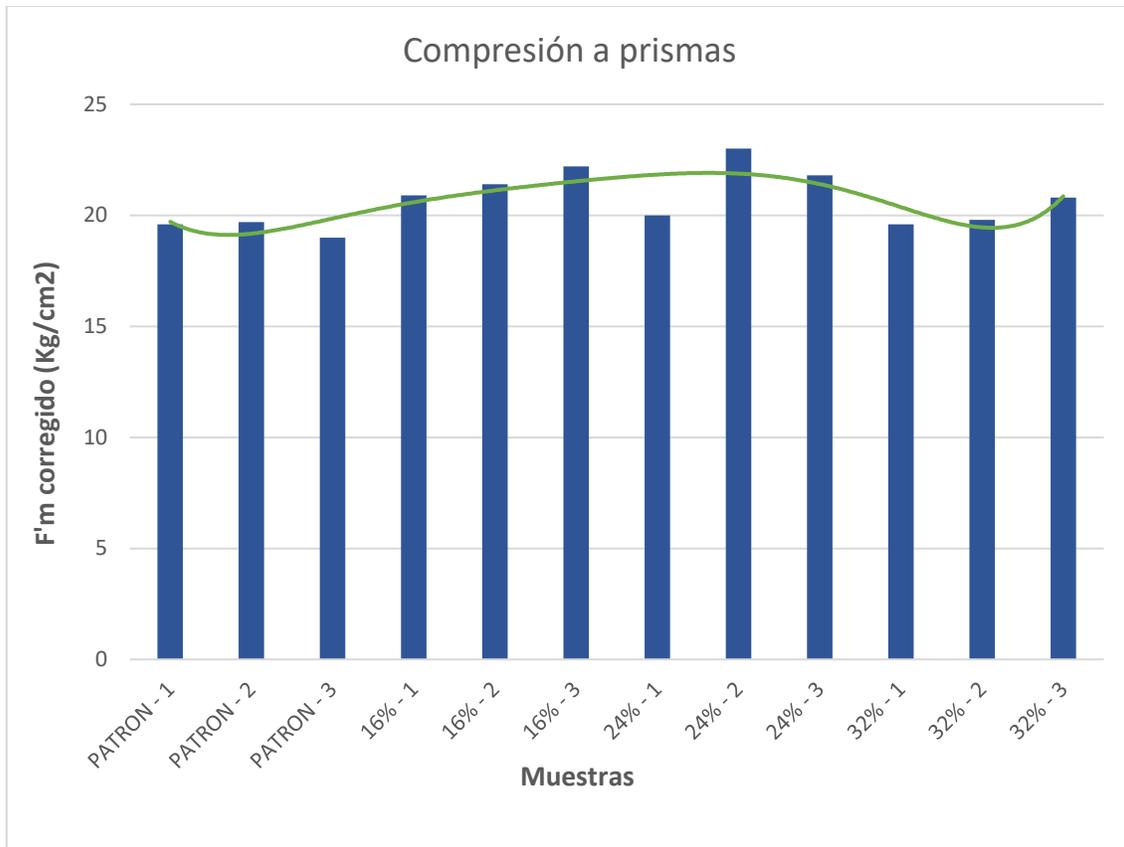


Figura 30. *Compresión a prismas (14 días).*

En la capacidad máxima de ceniza agregada al ladrillo patrón se ve una mejora considerable en temas de resistencia, por lo que se demuestra que el material utilizado para mejorar estos aspectos es muy eficaz, ya que los valores obtenidos son mejores conforme se va avanzando en los ensayos.

4.2.3 Resistencia a la compresión de muretes (14 días)



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MUEKLES	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>FOR-LTC-CO-02P</td></tr> <tr><td>Revisión</td><td>1</td></tr> <tr><td>Aprobado</td><td>CC-MTL</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>19/02/19</td></tr> </table>	Código	FOR-LTC-CO-02P	Revisión	1	Aprobado	CC-MTL	Fecha	19/02/19
Código	FOR-LTC-CO-02P									
Revisión	1									
Aprobado	CC-MTL									
Fecha	19/02/19									

TESTE : Elaboración de especímenes adicionales ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huayón, Distrito de, Lima - 2020

SOLICITANTE : Redaja Cuadros, Pisco Lurín

UBICACIÓN DE PROYECTO : Distrito de Ate, Lima

FECHA DE EMISIÓN : 13/10/20

Tipo de muestra : Unidades de albañilería

Presentación : Especificas

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES
ASTM E519 / NTP 399.521

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm ²)	ESFUERZO (MPa)	ESFUERZO (kg/cm ²)
PATRON	18/10/2020	30/10/2020	14	801.1	801.2	118.0	1382	13524.8	11836.8	0.2 MPa	2.3 kg/cm ²
PATRON	18/10/2020	30/10/2020	14	802.8	803.7	118.1	2285	22544.8	11761.3	0.2 MPa	2.1 kg/cm ²
PATRON	18/10/2020	30/10/2020	14	801.3	803.8	118.3	1886	18574.1	11842.3	0.2 MPa	2.3 kg/cm ²
16% CENIZA VOLANTE	18/10/2020	30/10/2020	14	801.3	803.2	118.3	2465	24173.4	11845.4	0.2 MPa	2.4 kg/cm ²
16% CENIZA VOLANTE	18/10/2020	30/10/2020	14	802.5	802.7	118.3	2342	22967.2	11850.2	0.2 MPa	2.3 kg/cm ²
16% CENIZA VOLANTE	18/10/2020	30/10/2020	14	802.5	803.1	118.3	2486	24279.3	12002.8	0.2 MPa	2.4 kg/cm ²
24% CENIZA VOLANTE	18/10/2020	30/10/2020	14	803.1	802.2	118.3	2365	23192.1	12016.1	0.2 MPa	2.3 kg/cm ²
24% CENIZA VOLANTE	18/10/2020	30/10/2020	14	803.2	803.7	118.3	2388	23388.9	12112.8	0.2 MPa	2.3 kg/cm ²
24% CENIZA VOLANTE	18/10/2020	30/10/2020	14	803.1	803.2	118.8	2398	23360.2	12167.3	0.2 MPa	2.5 kg/cm ²
32% CENIZA VOLANTE	18/10/2020	30/10/2020	14	803.3	802.3	118.8	2398	23293.7	12221.8	0.2 MPa	2.2 kg/cm ²
32% CENIZA VOLANTE	18/10/2020	30/10/2020	14	802.2	803.1	118.3	2098	20962.8	12261.1	0.2 MPa	2.3 kg/cm ²
32% CENIZA VOLANTE	18/10/2020	30/10/2020	14	803.4	803.3	118.3	2042	20054.8	12221.8	0.2 MPa	2.3 kg/cm ²

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de JJ GEOTECNIA
- * Los resultados para la elaboración de los bloques fueron promedios por el cubilote y ensayados en el laboratorio de JJ GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA

<p>Elaborado por:</p>  <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p> <p>JJ GEOTECNIA S.A.C.</p>  <p>INGENIERO MECÁNICO HILAMAR ESPECIALIDAD CIVIL REG. N.º 41543</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>JJ GEOTECNIA S.A.C.</p>  <p>CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
--	---	---

Figura 31. Ensayo de compresión a muretes (14 días).

Tabla 21. Ensayo de compresión a muretes (14 días).

		ENSAYO DE COMPRESIÓN A MURETES						
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020						
		TESISISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO						
MATERIAL		ECOLADRILLOS			FECHA: 17/10/2020			
MUESTRA	EDAD			14 DÍAS				
	MEDIDAS			DATOS			RESULTADO	
	Largo (cm)	Alto (cm)	Espesor (mm)	FM (kg)	FM (N)	Área bruta (mm ²)	Esfuerzo Vm MPa	(Kg/c m ²)
PATRON - 1	601.1	601.2	119.0	1992	19534.8	71536.9	0.2	2.0
PATRON - 2	602.8	602.7	119.1	2095	20544.9	71787.5	0.2	2.1
PATRON - 3	601.5	602.9	119.3	1996	19574.1	71842.5	0.2	2.0
16% - 1	601.3	603.2	119.3	2465	24173.4	71848.4	0.2	2.4
16% - 2	602.5	602.7	119.3	2342	22967.2	71890.2	0.2	2.3
16% - 3	602.8	603.1	119.5	2486	24379.3	72052.5	0.2	2.4
24% - 1	603.1	602.2	119.5	2365	23192.7	72016.7	0.2	2.3
24% - 2	602.2	603.7	119.6	2385	23388.9	72112.8	0.2	2.3
24% - 3	602.1	603.2	119.8	2586	25360.0	72197.5	0.2	2.5
32% - 1	602.3	602.5	119.9	2298	22535.7	72227.8	0.2	2.2
32% - 2	602.2	603.1	119.9	2056	20162.5	72257.7	0.2	2.0
32% - 3	602.4	603.3	119.8	2045	20054.6	72221.4	0.2	2.0

Fuente: Elaboración propia.

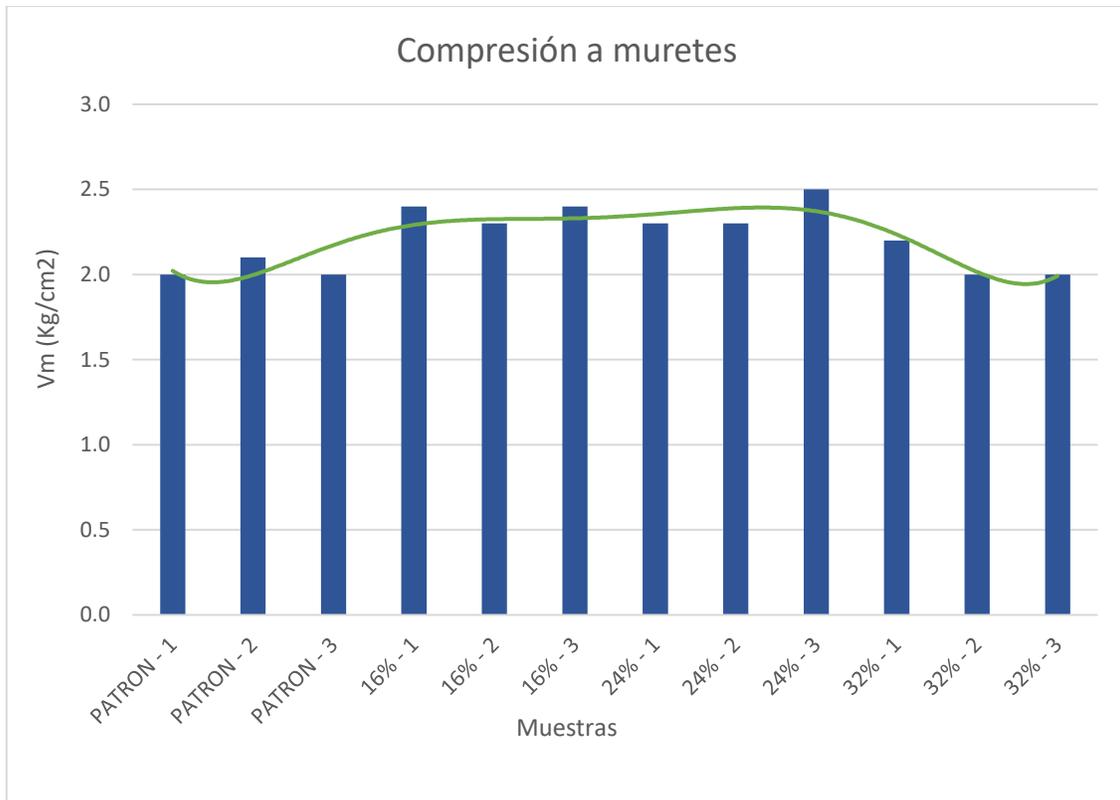


Figura 32. *Compresión a muretes (14 días).*

En los resultados se verifica que en los distintos porcentajes se obtiene una resistencia a la compresión óptima para los 14 días de secado, aunque se observa que a mayor porcentaje de ceniza la resistencia va disminuyendo, siendo claramente el de 16 por ciento el porcentaje óptimo.

4.2.4 Resistencia a la compresión de unidades (21 días)



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 99703014 / 947290586
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 200.813

REFERENCIA SOLICITANTE	Datos de laboratorio				
TESSIS	Bodega Coasahu, Pisco Lucio				
UBICACIÓN	Elaboración de acollachitos adición de ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huayán, Distrito Ato. Lima - 2020				
	Distrito de Ato, Lima				Fecha de ensayo: 19/10/2020

LADRILLERA: -	LARGO	ANCHO	A	W	C
EDIFICACIÓN	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	(kg/cm ²)
PATRÓN - 1	22.80	11.80	283.0	9707.9	36.3

LADRILLERA: -	LARGO	ANCHO	A	W	C
EDIFICACIÓN	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	(kg/cm ²)
PATRÓN - 2	22.80	11.70	266.0	9850.0	37.1

LADRILLERA: -	LARGO	ANCHO	A	W	C
EDIFICACIÓN	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	(kg/cm ²)
PATRÓN - 3	22.80	11.80	289.0	9972.9	37.1

Promedio: 36.8

FORMULA: $C = \frac{W}{A}$

DÓNDE:
 C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm².
 W = Máxima carga en kg f, indicada por la máquina de ensayo.
 A = Área de la sección en cm².

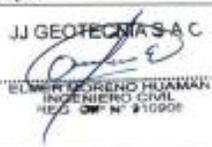
<p>Elaborado por:</p>  <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER ESPERINO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. O.M. N° 21090</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</p>
--	---	--

Figura 33. Ensayo de compresión a unidades patrón (21 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
-------------------------------------	---

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
MTP 399.613

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Redytec Construc, Piero Lucio
TESTIS	Elaboración de acorrallos adhiriendo ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huayón,
UBICACIÓN	Districto Ate, Lima - 2020 Fecha de ensayo: 19/10/2020

LABORILLERA: -		EDAD: 21 días		TIPO: ESCALONILLO		
IDENTIFICACIÓN	LARGO (m)	ANCHO (m)	A (m ²)	W (kg)	C (kg/m ²)	
16% - 1	23.00	12.00	276.0	9935.8	36.1	
16% - 2	22.96	12.00	274.8	10294.5	36.7	
16% - 3	22.80	12.00	274.8	10707.0	39.3	

Promedio: **37.4**

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm²

W = Máxima carga en kgf, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm².

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL C.O.P. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	--

Figura 34. Ensayo de compresión a unidades 16% (21 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
-------------------------------------	---

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.612

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Bedoya Coahuil, Piero Luyo
TEMA	Elaboración de esquadrios adicionando cenizas volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán,
UBICACIÓN	Districto Alas, Lima - 2020
	Districto de Alas, Lima
	Fecha de ensayo: 19/10/2020

LABRILLERA: --		EDAD: 21 días		TIPO: ESCUADRILLO		
IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	B (mm)	C (kg/cm ²)	
24% - 1	23.03	12.83	276.0	9984.6	35.2	
IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	B (mm)	C (kg/cm ²)	
24% - 2	23.80	12.00	275.0	10744.2	38.9	
IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	B (mm)	C (kg/cm ²)	
24% - 3	23.36	12.30	274.8	10311.8	37.5	
Promedio:					37.5	

FORMULA: $C = \frac{B^2}{A}$

DONDE:
C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm²
B = Máxima carga en kgf, indicada por la máquina de ensayo.
A = Promedio del área bruta en cm².

Elaborado por:  J. P. B. JEFE DE LABORATORIO	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  E. HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. Nº 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Figura 35. Ensayo de compresión a unidades 24% (21 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

MTP 200.412

REFERENCIA	: Dato de laboratorio
SOLICITANTE	: Rectoría Coesha, Piero Lucio
TESTE	: Elaboración de acostillados adosados contra volante de cerón para el diseño de viviendas unifamiliares en Mayrán,
UBICACIÓN	: Distrito Ate, Lima - 2000
	: Distrito de Ate, Lima
	Fecha de ensayo: 19/10/2020

LABRERA: -

EDAD: 21 días

TIPO: SCOLADRILLO

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	B (mm)	C (kg/cm ²)
32% - 1	23.00	12.00	275.0	9936.1	35.0
32% - 2	23.00	12.00	275.0	9985.2	36.2
32% - 3	23.00	12.00	275.0	10497.5	38.0

Promedio:

36.7

FORMULA:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm².

P = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo.

A = Área del espécimen en cm².

Elaborado por:



Jefe de Laboratorio

Revisado por:



Ingeniero de Suelos y Pavimentos

Aprobado por:



Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Figura 36. Ensayo de compresión a unidades 32% (21 días).

Tabla 22. Ensayo de compresión a unidades (21 días).

	ENSAYO DE COMPRESIÓN A ECOLADRILLOS				
	TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020				
	TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO				
MATERIAL	ECOLADRILLOS			FECHA: 12/10/2020	
MUESTRA	EDAD			14 DÍAS	
	MEDIDAS			ESFUERZO	RESULTADO
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm)	W (Kg)	C (Kg/cm ²)
PATRON - 1	22.80	11.80	269.0	9767.6	36.3
PATRON - 2	22.80	11.70	266.8	9891.9	37.1
PATRON - 3	22.80	11.80	269.0	9972.9	37.1
				Promedio	36.8
16% - 1	23.00	12.00	276.0	9956.8	36.1
16% - 2	22.90	12.00	274.8	10094.5	36.7
16% - 3	22.90	12.00	274.8	10797.9	39.3
				Promedio	37.4
24% - 1	23.00	12.00	276.0	9984.6	36.2
24% - 2	23.00	12.00	276.0	10744.2	38.9
24% - 3	22.90	12.00	274.8	10341.8	37.6
				Promedio	37.6
32% - 1	23.00	12.00	276.0	9936.1	36.0
32% - 2	23.00	12.00	276.0	9985.2	36.2
32% - 3	23.00	12.00	276.0	10497.5	38.0
				Promedio	36.7

Fuente: Elaboración propia.

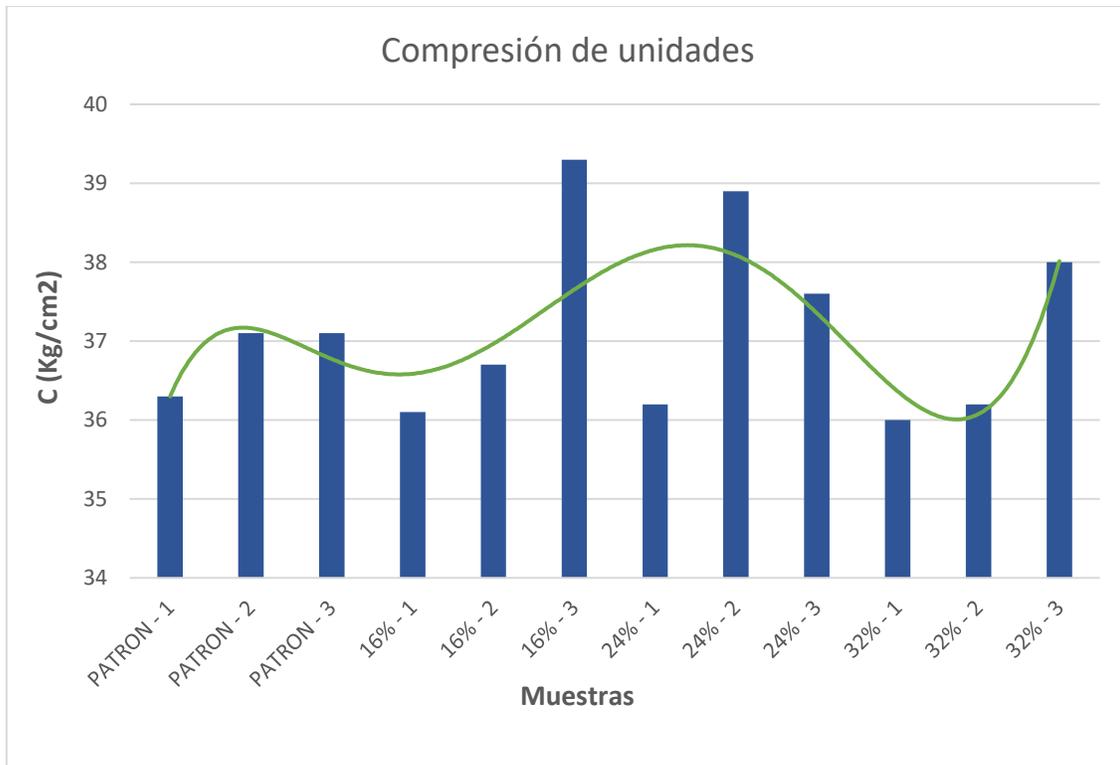


Figura 37. Compresión a unidades (21 días).

De acuerdo a los valores obtenidos a los 21 días de la elaboración de los ecoladrillos, se observa una gran mejora en cuanto a su capacidad portante, lo cual demuestra que la aplicación de la ceniza volante tuvo un efecto positivo dentro del elemento, siendo aceptable en porcentajes entre 5 al 20 por ciento, ya que es observable que al ser mayor al 25 por ciento, esta capacidad portante, disminuye.

4.2.5 Resistencia a la compresión de prismas (21 días)



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-084
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MFL
		Fecha	8/11/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.805 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO		
SOLICITANTE	: Biologiz Crosbut, Piero Lucio		
TESIS	: Elaboración de encofrados adhiriendo cimiza volante de carbón para el sitio de viviendas unifamiliares en Huaycán, Distrito Ate, Lima - 2		
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de ensayo:	: 17/02/2020

IDENTIFICACIÓN	h (mm)	a (mm)	RELACIÓN h/a	A ₀ (m ²)	P (kg)	f _c	f _c corregido (kg/cm ²)
PATRON	32.0	11.7	2.81	257	5365.2	24.7	22.8
PATRON	32.7	11.7	2.79	268	6798.3	25.0	22.8
PATRON	32.8	11.8	2.76	280	6685.3	24.8	22.1
PROMEDIO							22.3

NOTAS:
 f_c = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 444.8 N 1 Pa = 1 N/m² 1 kg/cm² = 9806.65 N/m²

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 21 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma: 03 unidades.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MFL GEOTECNIA
--	--	--

Figura 38. Ensayo de compresión a prismas patrón (21 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-854
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2020

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.905 / E.070

REFERENCIA	/ DATOS DE LABORATORIO		
SOLICITANTE	/ Barojas Cosilla, Piero Lucio		
TESIS	/ Elaboración de esbozados adicadosos cenizas volantes de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Hazyón, Distrito Ate, Lima - 2		
URCACIÓN	/ Lima	Fecha de ensayo:	17/10/2020

ESCALARILLO
 E040, 21.25M2

SETECTOR	h (cm)	b (cm)	RELACIÓN h/b	A ₀ (cm ²)	P (kg)	f _u	f _u corregido (kg/cm ²)
16% CENIZA VOLANTE	32.9	11.3	2.91	373	686.5	25.3	22.5
16% CENIZA VOLANTE	32.3	11.3	2.86	371	686.5	25.7	22.8
16% CENIZA VOLANTE	32.5	11.3	2.87	371	686.2	25.4	22.6
PROMEDIO							22.7

DONDE:

f_u = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA REGISTRAL: 13 - 4.48 N

1 Pa = 1 kgf/cm²

1 kg/cm² = 9.80665 tpa

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.75	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: Norma E.373

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 21 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma: 03 unidades.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  INGENIERO CIVIL MTC N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

Figura 39. Ensayo de compresión a prismas 16% (21 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-084
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	24/10/2020

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
MTP 389.808 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
SOLICITANTE	: Asesor Ceresita, Piero Lacio
TESIS	: Elaboración de ecoladrillos adicionando cenizas volante de carbón para el abasto de viviendas unifamiliares en Huaycán, Distrito Ate, Lima - J
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de ensayo: 17/10/2020

ESCALONILLO
E040 - JI 6045

IDENTIFICACIÓN	h (mm)	e (mm)	RELACIÓN h/e	A ₀ (mm ²)	P (N)	f _c	f _c corregido (kg/cm ²)
PRISMA VOLANTE	33.8	11.8	2.79	279	985.8	25.9	23.8
PRISMA VOLANTE	33.8	11.8	2.86	286	994.2	26.0	23.1
PRISMA VOLANTE	33.8	11.8	2.76	273	883.2	25.1	22.4
PROMEDIO							22.8

NOTA:

f_c = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 444.5 N

1 Pa = 1000 N/m²

1 kg/cm² = 98.066 kPa

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.96	0.98	1.00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Prueba realizada a los 21 días.
- * Número de unidades que conforman cada prisma: 03 unidades.

Elaborado por:  J. J. GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO	Revisado por:  J. J. GEOTECNIA S.A.C. INGENIERO MECÁNICO ESTRUCTURAS INGENIERO CIVIL REG. OMP N° 21090E	Aprobado por:  J. J. GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 40. Ensayo de compresión a prismas 24% (21 días).

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-AL-084
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Revisión	2
		Aprobado	CC-MFL
		Fecha	07/10/20

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 300.805 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
SOLICITANTE	: Bodega Creshiv, Pisco Lurto
TESIS	: Elaboración de ecoladrillos adhiriendo cenizas volantes de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán, Distrito Ate - Lima 2020
UBICACIÓN	: Lima Fecha de ensayo: 06/10/20

ECOLADRILLO
EDAD: 21 DÍAS

IDENTIFICACION	a (mm)	b (mm)	RELACION	A ₀ (m ²)	P (kg)	f _{cu}	f _{cu} corregido (kg/cm ²)	
SIN CENIZA VOLANTE	33.2	11.3	2.76	271	983.6	28.4	21.7	
SIN CENIZA VOLANTE	32.8	11.3	2.76	271	958.8	28.1	21.4	
SIN CENIZA VOLANTE	32.8	11.8	2.78	269	948.2	28.1	21.5	
PROMEDIO								21.5

UNIDADES

f_{cu} = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 kg = 9.806 N

1 Pa = 1 N/m²

1 kg/cm² = 98.06 kPa

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- Pruebas realizadas a los 21 días.
- Número de unidades que conforman cada prisma: 03 unidades.

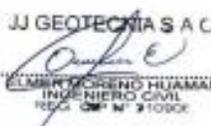
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 J. B. B. JEFE DE LABORATORIO	 ELMER PACHECO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CO. N° 910906	 CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Figura 41. Ensayo de compresión a prismas 32% (21 días).

Tabla 23. Ensayo de compresión a prismas (21 días).

		ENSAYO DE COMPRESIÓN A PRISMAS					
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020					
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO					
MATERIAL		ECOLADRILLOS		FECHA: 17/10/2020			
MUESTRA	EDAD			14 DÍAS			RESULTADO
	MEDIDAS		ESFUERZO			F'm corregido (Kg/cm ²)	
	h (cm)	e (cm)	Relación h/e	Ab (cm ²)	P (kg)		
PATRON - 1	32.9	11.7	2.81	267	6596.2	24.7	22.0
PATRON - 2	32.7	11.7	2.79	266	6798.3	25.6	22.8
PATRON - 3	32.6	11.8	2.76	269	6685.3	24.8	22.1
				Promedio			22.3
16% - 1	32.9	11.9	2.76	273	6896.5	25.3	22.5
16% - 2	32.3	11.9	2.71	271	6986.3	25.7	22.9
16% - 3	32.5	11.9	2.73	271	6896.2	25.4	22.6
				Promedio			22.7
24% - 1	32.8	11.8	2.78	270	6985.5	25.9	23.0
24% - 2	33.0	11.8	2.80	269	6984.2	26.0	23.1
24% - 3	32.9	11.9	2.76	273	6853.2	25.1	22.4
				Promedio			22.8
32% - 1	33.2	11.9	2.79	271	6623.5	24.4	21.7
32% - 2	32.9	11.9	2.76	271	6526.8	24.1	21.4
32% - 3	32.8	11.8	2.78	269	6496.2	24.1	21.5
				Promedio			21.5

Fuente: Elaboración propia.

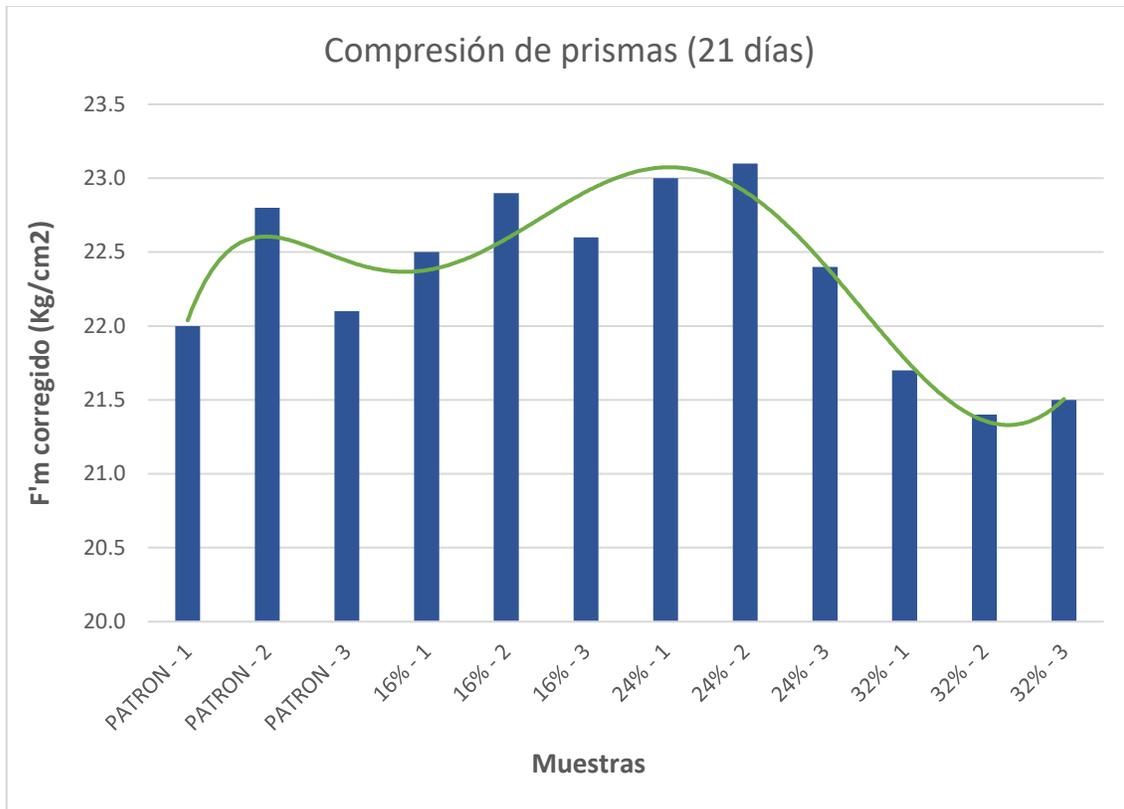


Figura 42. *Compresión a prismas (21 días).*

En los datos obtenidos se demuestra que, con más días de fragua, se obtiene una mayor capacidad de resistencia ante esfuerzos que participan en la puesta a prueba a los ecoladrillos y además los datos son aceptables, ya que en elementos artesanales la resistencia tiende a ser mínima si no tiene un componente que modifique su composición.

4.2.6 Resistencia a la compresión de muretes (21 días)



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASPHALTO

Cel: 980700014 / 947280585
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FORALTC-0247
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/02/18

TC65 : Elaboración de especímenes adicionales contra vibración para el diseño de viviendas unifamiliares en Huancayo, Distrito de Ate, Lima - 2005

SOLICITANTE : Sotelo Construc, Piero Lobo

UBICACIÓN DE PROYECTO : Distrito de Ate, Lima

FECHA DE EMISIÓN : 05/11/18

Tipo de muestra : Unidades de albañilería

Presentación : Entabillado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES
ASTM 6819 / NTP 399.821

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	ESPAZ (mm)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTIMA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm ²)	ESFUERZO (%)	
PATRON	18/10/2018	18/11/2018	21	801.3	801.8	119.2	3285	32320.7	71888.8	0.3 MPa	3.2 kg/cm ²
PATRON	18/10/2018	18/11/2018	21	801.0	802.4	119.2	3190	31342.1	71982.2	0.3 MPa	3.1 kg/cm ²
PATRON	18/10/2018	18/11/2018	21	801.2	802.0	119.3	3405	34008.0	71811.1	0.3 MPa	3.1 kg/cm ²
15% CENIZA VOLANTE	18/10/2018	18/11/2018	21	801.1	801.4	119.3	3030	30137.8	71788.2	0.4 MPa	3.8 kg/cm ²
15% CENIZA VOLANTE	18/10/2018	18/11/2018	21	801.3	801.5	119.1	3338	33294.3	74699.2	0.3 MPa	3.3 kg/cm ²
15% CENIZA VOLANTE	18/10/2018	18/11/2018	21	802.3	801.0	119.3	3125	34588.4	74055.9	0.3 MPa	3.3 kg/cm ²
24% CENIZA VOLANTE	18/10/2018	18/11/2018	21	802.0	802.1	119.3	3329	34367.8	71764.4	0.3 MPa	3.3 kg/cm ²
24% CENIZA VOLANTE	18/10/2018	18/11/2018	21	802.0	802.5	119.4	3083	30206.2	71882.2	0.4 MPa	3.6 kg/cm ²
34% CENIZA VOLANTE	18/10/2018	18/11/2018	21	802.1	802.1	119.5	3486	34383.7	73919.7	0.3 MPa	3.4 kg/cm ²
32% CENIZA VOLANTE	18/10/2018	18/11/2018	21	801.0	802.3	119.4	3123	30843.8	72390.6	0.3 MPa	3.1 kg/cm ²
32% CENIZA VOLANTE	18/10/2018	18/11/2018	21	801.1	802.3	119.7	3259	31430.3	72117.2	0.3 MPa	3.1 kg/cm ²
32% CENIZA VOLANTE	18/10/2018	18/11/2018	21	802.2	802.3	119.4	3383	32195.5	72880.9	0.3 MPa	3.3 kg/cm ²

OBSERVACIONES:

- Muestras realizadas en el laboratorio de JJ GEOTECNIA SAC.
- Los dibujos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayado en el laboratorio de JJ GEOTECNIA SAC.
- Proteja la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA SAC.

<p>Elaborado por:</p>  <p>J. B.</p> <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p>  <p>E.</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>J.</p> <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
---	--	--

Figura 43. Ensayo de compresión a muretes (21 días).

Tabla 24. Ensayo de compresión a muretes (21 días).

		ENSAYO DE COMPRESIÓN A MURETES						
		TESIS: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA – 2020						
		TESISTA: BADAJOZ CCASIHUI, PIERO LUCIO						
MATERIAL		ECOLADRILLOS			FECHA: 17/10/2020			
MUESTRA	EDAD			14 DÍAS				
	MEDIDAS			DATOS			RESULTADO	
	Largo (cm)	Alto (cm)	Espesor (mm)	FM (kg)	FM (N)	Área bruta (mm ²)	Esfuerzo Vm MPa	(Kg/c m ²)
PATRON - 1	601.3	601.5	119.2	3265	32020.7	71686.9	0.3	3.2
PATRON - 2	602.0	602.4	119.2	3196	31342.1	71782.2	0.3	3.1
PATRON - 3	601.2	602.5	119.5	3165	31038.0	71921.1	0.3	3.1
16% - 1	601.1	603.4	119.2	3685	36137.5	71788.2	0.4	3.6
16% - 2	601.5	602.5	119.1	3598	35284.3	71698.2	0.3	3.5
16% - 3	602.3	603.0	119.2	3525	34568.4	71835.9	0.3	3.5
24% - 1	602.0	602.1	119.2	3528	34597.9	71764.4	0.3	3.5
24% - 2	602.2	603.5	119.4	3692	36206.2	71980.3	0.4	3.6
24% - 3	602.1	603.1	119.5	3498	34303.7	72010.7	0.3	3.4
32% - 1	601.3	602.3	119.8	3125	30645.8	72095.6	0.3	3.1
32% - 2	602.1	603.2	119.7	3205	31430.3	72137.2	0.3	3.1
32% - 3	602.2	603.3	119.6	3385	33195.5	72088.9	0.3	3.3

Fuente: Elaboración propia.

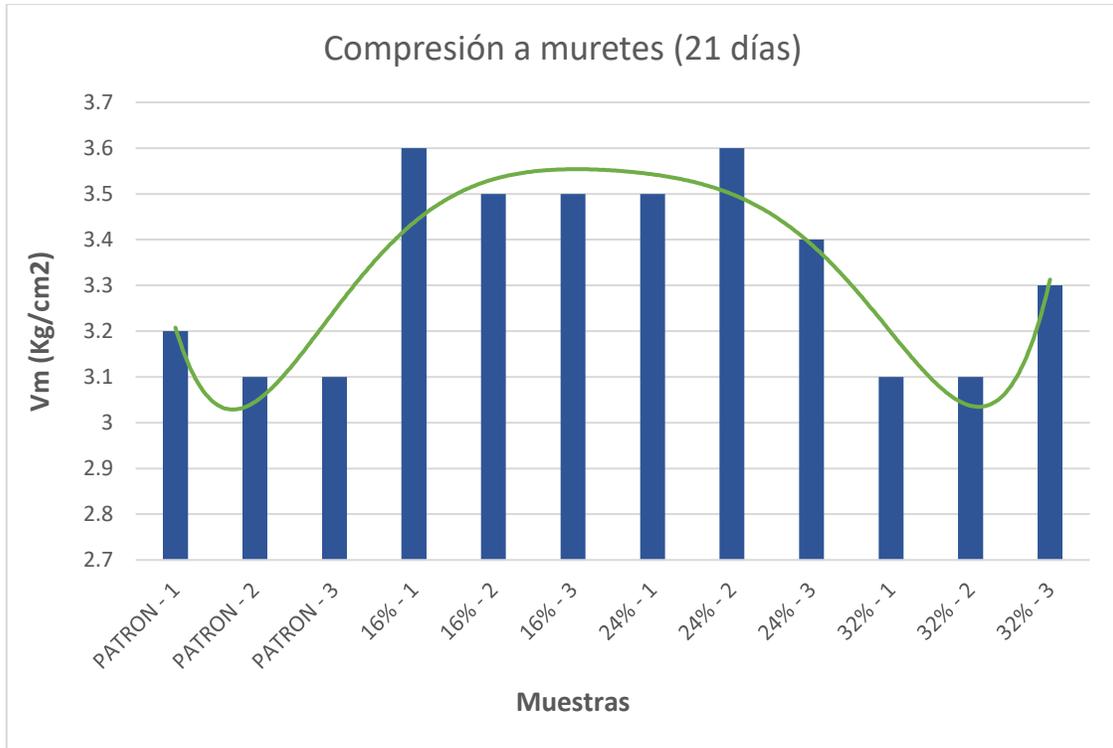


Figura 44. *Compresión a muretes (21 días).*

En los resultados del ensayo al que estuvo sometido el murete, se obtuvieron valores aceptables con respecto a los esfuerzos que normalmente actúan sobre un muro en una vivienda convencional, lo cual en valores numéricos es excelente a comparación de otros elementos naturales utilizados para fabricar un ladrillo.

4.3 Prueba T Student

4.3.1 Variación dimensional

- H_0 – No hay diferencia significativa en las dimensiones de los ecoladrillos antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- H_1 – Hay una diferencia significativa en las dimensiones de los ecoladrillos antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- $\alpha = 0.05 = 5\%$ (Porcentaje de error)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PATRÓN	1,3433	3	,16503	,09528
	RESULTADOFINAL	,3600	3	,07550	,04359

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	PATRÓN & RESULTADOFINAL	3	-,610	,582

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PATRÓN - RESULTADOFINAL	,98333	,21939	,12667	,43833	1,52834	7,763	2	,016

Figura 45. Prueba T – Variación dimensional.

(P – Valor = 0.016 < α = 0.05)

- Conclusión:

Se acepta la hipótesis alternativa; hay una diferencia significativa en la variación de dimensiones de los ecoladrillos, antes y después de adherir los distintos porcentajes de ceniza volante de carbón. Con lo que se concluye que los porcentajes de ceniza volante de carbón tendrán efectos significativos en las dimensiones de los ecoladrillos.

4.3.2 Alabeo

- H_0 – No hay diferencia significativa en las dimensiones de los ecoladrillos al ser sometidos en distintos ambientes antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- H_1 – Hay una diferencia significativa en las dimensiones de los ecoladrillos al ser sometidos en distintos ambientes antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- $\alpha = 0.05 = 5\%$ (Porcentaje de error)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PATRÓN	3,6667	3	1,52753	,88192
	RESULTADOFINAL	1,6667	3	,57735	,33333

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	PATRÓN & RESULTADOFINAL	3	,945	,212

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PATRÓN - RESULTADOFINAL	2,00000	1,00000	,57735	-,48414	4,48414	3,464	2	,074

Figura 46. Prueba T – Alabeo.

(P – Valor = 0.074 > α = 0.05)

- **Conclusión:**

Se acepta la hipótesis nula; no hay una diferencia significativa en las dimensiones de los ecoladrillos al ser sometidos a distintos ambientes antes y después de adherir los distintos porcentajes de ceniza volante de carbón. Con lo que se concluye que los porcentajes de ceniza volante de carbón no tendrán efectos significativos en el alabeo resultante de los ecoladrillos.

4.3.3 Absorción

- H_0 – No hay diferencia significativa en el resultado de absorción para los ecoladrillos al ser sometidos a fluidos antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- H_1 – Hay una diferencia significativa en el resultado de absorción para los ecoladrillos al ser sometidos a fluidos antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- $\alpha = 0.05 = 5\%$ (Porcentaje de error)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PATRÓN	16,8000	3	,26458	,15275
	RESULTADOFINAL	14,8000	3	,17321	,10000

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	PATRÓN & RESULTADOFINAL	3	-,327	,788

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PATRÓN - RESULTADOFINAL	2,00000	,36056	,20817	1,10433	2,89567	9,608	2	,011

Figura 47. Prueba T – Absorción.

(P – Valor = 0.011 < α = 0.05)

- Conclusión:

Se acepta la hipótesis alternativa; hay una diferencia significativa en los porcentajes de absorción para los ecoladrillos al ser sometidos a fluidos antes y después de adherir los distintos porcentajes de ceniza volante de carbón. Con lo que se concluye que los porcentajes de ceniza volante de carbón tendrán efectos significativos en la capacidad de absorción resultante de los ecoladrillos.

4.3.4 Compresión a unidades (14 días)

- H_0 – No hay diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a unidades para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- H_1 – Hay una diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a unidades para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- $\alpha = 0.05 = 5\%$ (Porcentaje de error)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PATRÓN	32,9000	3	,60828	,35119
	RESULTADOFINAL	33,0000	3	,79373	,45826

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	PATRÓN & RESULTADOFINAL	3	,994	,069

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PATRÓN - RESULTADOFINAL	-,10000	,20000	,11547	-,59683	,39683	-,866	2	,478

Figura 48. Prueba T – Compresión a unidades (14 días).

(P – Valor = 0.478 > $\alpha = 0.05$)

- Conclusión:

Se acepta la hipótesis nula; no hay una diferencia significativa en los ensayos a compresión a unidades para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir los distintos porcentajes de ceniza volante de carbón. Con lo que se concluye que los porcentajes de ceniza volante de carbón no tendrán efectos significativos en la capacidad portante de unidades.

4.3.5 Compresión a prismas (14 días)

- H_0 – No hay diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a prismas para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- H_1 – Hay una diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a prismas para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- $\alpha = 0.05 = 5\%$ (Porcentaje de error)

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 PATRÓN	19,4333	3	,37859	,21858
RESULTADOFINAL	20,0667	3	,64291	,37118

Correlaciones de muestras emparejadas			
	N	Correlación	Sig.
Par 1 PATRÓN & RESULTADOFINAL	3	-,959	,184

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PATRÓN - RESULTADOFINAL	-,63333	1,01160	,58405	-3,14629	1,87962	-1,084	2	,392

Figura 49. Prueba T – Compresión a prismas (14 días).

(P – Valor = 0.392 > $\alpha = 0.05$)

- Conclusión:

Se acepta la hipótesis nula; no hay una diferencia significativa en los ensayos a compresión a prismas para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir los distintos porcentajes de ceniza volante de carbón. Con lo que se concluye que los porcentajes de ceniza volante de carbón no tendrán efectos significativos en la capacidad portante de los prismas elaborados con ecoladrillos.

4.3.6 Compresión a muretes (14 días)

- H_0 – No hay diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a muretes para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas diagonales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- H_1 – Hay una diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a muretes para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas diagonales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- $\alpha = 0.05 = 5\%$ (Porcentaje de error)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PATRÓN	2,0333	3	,05774	,03333
	RESULTADOFINAL	2,0667	3	,11547	,06667

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	PATRÓN & RESULTADOFINAL	3	-,500	,667

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PATRÓN - RESULTADOFINAL	-,03333	,15275	,08819	-,41279	,34612	-,378	2	,742

Figura 50. Prueba T – Compresión a muretes (14 días).

(P – Valor = 0.742 > $\alpha = 0.05$)

- Conclusión:

Se acepta la hipótesis nula; no hay una diferencia significativa en los ensayos a compresión a muretes para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir los distintos porcentajes de ceniza volante de carbón. Con lo que se concluye que los porcentajes de ceniza volante de carbón no tendrán efectos significativos en la capacidad portante de los muretes elaborados con ecoladrillos.

4.3.7 Compresión a unidades (21 días)

- H_0 – No hay diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a unidades para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- H_1 – Hay una diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a unidades para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- $\alpha = 0.05 = 5\%$ (Porcentaje de error)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PATRÓN	36,8333	3	,46188	,26667
	RESULTADOFINAL	36,7333	3	1,10151	,63596

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	PATRÓN & RESULTADOFINAL	3	,577	,609

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PATRÓN - RESULTADOFINAL	,10000	,91652	,52915	-2,17675	2,37675	,189	2	,868

Figura 51. Prueba T – Compresión a unidades (21 días).

(P – Valor = 0.868 > $\alpha = 0.05$)

- **Conclusión:**

Se acepta la hipótesis nula; no hay una diferencia significativa en los ensayos a compresión a unidades para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir los distintos porcentajes de ceniza volante de carbón. Con lo que se concluye que los porcentajes de ceniza volante de carbón no tendrán efectos significativos en la capacidad portante de los ecoladrillos.

4.3.8 Compresión a prismas (21 días)

- H_0 – No hay diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a prismas para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- H_1 – Hay una diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a prismas para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- $\alpha = 0.05 = 5\%$ (Porcentaje de error)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PATRÓN	22,3000	3	,43589	,25166
	RESULTADOFINAL	21,5333	3	,15275	,08819

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	PATRÓN & RESULTADOFINAL	3	-,826	,381

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PATRÓN - RESULTADOFINAL	,76667	,56862	,32830	-,64587	2,17921	2,335	2	,145

Figura 52. Prueba T – Compresión a prismas (21 días).

(P – Valor = 0.145 > $\alpha = 0.05$)

- Conclusión:

Se acepta la hipótesis nula; no hay una diferencia significativa en los ensayos a compresión a prismas para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir los distintos porcentajes de ceniza volante de carbón. Con lo que se concluye que los porcentajes de ceniza volante de carbón no tendrán efectos significativos en la capacidad portante de los prismas elaborados con ecoladrillos.

4.3.9 Compresión a muretes (21 días)

- H_0 – No hay diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a muretes para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas diagonales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- H_1 – Hay una diferencia significativa en el resultado del ensayo a compresión a muretes para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas diagonales antes y después de adherir la ceniza volante de carbón.
- $\alpha = 0.05 = 5\%$ (Porcentaje de error)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PATRÓN	3,1333	3	,05774	,03333
	RESULTADOFINAL	3,2000	3	,17321	,10000

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	PATRÓN & RESULTADOFINAL	3	-,500	,667

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PATRÓN - RESULTADOFINAL	-,06667	,20817	,12019	-,58378	,45045	-,555	2	,635

Figura 53. Prueba T – Compresión a muretes (21 días).

(P – Valor = 0.635 > $\alpha = 0.05$)

- **Conclusión:**

Se acepta la hipótesis nula; no hay una diferencia significativa en los ensayos a compresión a muretes para los ecoladrillos al ser sometidos a cargas axiales antes y después de adherir los distintos porcentajes de ceniza volante de carbón. Con lo que se concluye que los porcentajes de ceniza volante de carbón no tendrán efectos significativos en la capacidad portante de los muretes elaborados con ecoladrillos.

4.4 Análisis de costos

Tabla 25. Análisis de costos.

	Ladrillo King Kong 18 huecos		Ecoladrillo	
Materiales	Arcilla	Cantera	Arcilla	Chacra
			Cemento	Sol
	Agua	Potable	Ceniza volante	Carbón
			Agua	Potable
Mano de obra	Maquinarias		Propia	
Costo	S/ 1.14 C/U		S/ 0.57 C/U	

Fuente: Elaboración propia.

El ecoladrillo se elaboró con elementos naturales como agua, arcilla (tierra de chacra), se incluyó en su composición la ceniza volante de carbón, que es un componente renovable muy poco utilizado, que en los últimos años se están poniendo a prueba en distintos elementos estructurales, así como se le agrego cemento en pocas cantidades, ya que al no llevarse una fabricación industrial que es lo que brinda la resistencia que caracteriza a los ladrillos convencionales, se implementó en un 10 por ciento a la composición del ecoladrillo, con el fin de ayudar en la capacidad portante del producto final.

Para la elaboración del ecoladrillo se utilizaron los distintos materiales:

- Arcilla: Sin costo, se extrajo manualmente.
- Cemento: Tuvo un costo de 0.53 céntimos por kilogramo de cemento
- Ceniza volante: Sin costo, fue donado de la empresa Mixercon SA
- Agua: Sin costo.

V. DISCUSIÓN

Dentro de la investigación se evaluó la ceniza volante de carbón, sus propiedades físicas y mecánicas, como también su aplicación dentro de los elementos de construcción (concreto, ladrillos, etc.), utilizados comúnmente. De lo cual se obtuvieron como resultados, una densidad de 2.01 gr/cm³, un porcentaje de absorción del 4.5%, de acuerdo a la estandarizado dentro de las fichas técnicas y normativas que los clasifican, demostrando así las buenas características de calidad de cada componente analizado, así como también lo demostró Rojas (2015) en la tesis, que lleva como título: **Fabricación y evaluación del desempeño de quince ladrillos refractarios elaborados con ceniza volante producto de la combustión del carbón en las calderas de la central Termozipa a diferentes temperaturas, de acuerdo a la norma ASTM c 113 (Standard Test Method For Reheat Change Of Refractory Brick), tesis para optar al título de ingeniero mecánico, universidad distrital francisco José de caldas, Bogotá – Colombia**, que nos afirma que la ceniza volante obtenida por la central Termopiza, es un componente que al implementarlo como materia base, llega a mejorar las propiedades de los productos finales (ladrillos).

Además, se realizaron los ensayos mecánicos de los ecoladrillos, de los cuales los resultados obtenidos fueron de 31.5 kg/cm², 34.2 kg/cm² y 36.8 kg/cm², de los porcentajes de 16%, 24% y 32% respectivamente, los cuales son valores mayores a los del proyecto que lleva como título: **Análisis de la resistencia a la compresión de ladrillos prensados interconectables elaborados de barro, cangahua y puzolana, con adiciones de cemento, cumpliendo la norma ecuatoriana de la construcción, realizada por Chimbo (2017), universidad técnica de Ambato, Ambato – Ecuador**, que presenta como resultado una resistencia a la compresión de 35.33Kg/cm² y 31.60 Kg/cm², de acuerdo al material de cangahua y barro respectivamente, además de presentar un cierto porcentaje de humedad dentro del reglamento nacional de edificaciones norma E-070.

Se obtuvieron distintos valores como resultado de los diferentes ensayos, como también se verificó que el porcentaje óptimo de ceniza volante de carbón que se debería agregar a un elemento como es un ladrillo, debe ser del 16 por ciento a los 21 días, ya que se verificó que mientras más porcentaje de ceniza es agregada, los resultados son menos favorables, así como también se demostró en la tesis, que lleva como título: **Resistencia del concreto $f'c$ 210kg/cm² con cenizas de carbón vegetal, realizada por Ventura (2018), universidad san pedro, Huaraz – Perú**, que en su investigación demostró que el porcentaje más óptimo de ceniza de carbón vegetal que agrego y le brindo buenos resultados, fue del 5 por ciento dentro de sus probetas ensayadas a los 28 días de su fabricación.

Como también se observa dentro de los costos de fabricación de los ecoladrillos con adición de ceniza volante, el cual tiene un costo de, el cual a comparación de los ladrillos convencionales, los ecoladrillos tienen un costo mucho menor y además aporta mejor calidad en su aplicación dentro de una construcción, brindando aspectos positivos hacia la edificación, como también a lo que afecta sobre la misma, así como se demostró en la siguiente investigación, **Fabricación de ladrillos ecológicos para la construcción utilizando poliestireno expandido granular biowall, realizada por Balvin, Barrios y Canchari (2019), tesis para optar el grado académico de bachiller en ingeniería industrial y comercial, universidad San Ignacio del Oyola, Lima – Perú**, quienes tuvieron como resultado que desarrollar la fabricación de ladrillos ecológicos es viable como producto y negocio, como también para la conservación del medio ambiente y además hoy en día son elementos muy requeridos en el ámbito de la construcción.

VI. CONCLUSIONES

Al tener como materia base la ceniza volante de carbón, la cual es clase F, de acuerdo a sus propiedades físico-químicas, teniendo un peso específico de 2.01 g/cc y una capacidad de absorción de 4.5 %, un porcentaje de óxidos del 90.38%, lo que está dentro de los requisitos estandarizados en el ASTM C618-08^a, se determinó que es un componente apto para su uso en elementos estructurales por sus propiedades puzolánicas, llegando a obtener propiedades similares a la ceniza volante Tipo C, que tiene propiedades cementicas adicionales en su composición.

Así también, se determinó luego de obtener los resultados de los ensayos físicos al ecoladrillo, como son: 2.22 cm como valor máximo de variación dimensional, 4 mm como valor máximo de alabeo y 17 % como valor máximo de absorción. Todos estos valores son aceptables dentro de lo estandarizado en la norma E.070 de albañilería, por lo que demuestra un buen comportamiento al ser sometido a factores externos. Como también, se determinó que los resultados obtenidos de los ensayos mecánicos como los de compresión de unidades, prismas y muretes de diferentes porcentajes de ceniza volante en su composición demostraron resultados positivos, entre ellos: 34.5 kg/cm² (unidades), 21.6 kg/cm² (prismas), 2.4 kg/cm² (muretes), siendo resultado de los ensayos realizados a los 14 días. Y a los 21 días los resultados óptimos fueron: 37.6 kg/cm² (unidades), 22.8 kg/cm² (prismas), 3.5 kg/cm² (muretes), demostrando una óptima capacidad portante en cada prueba, lo que indico que sería una mejor opción como unidad de albañilería ante los ladrillos convencionales que se utilizan en distintas obras y de distinta magnitud.

Además, se determinó que, en temas de tiempo, la fabricación de los ecoladrillos tardará más, por el hecho, de que no se utilizaron materiales industriales que aceleren el tema del secado del material, que apoyen en la fabricación del mismo, pero en términos de costo resulta más accesible, ya que se obtuvo una disminución de costos de hasta un cincuenta por ciento del costo regular de los ladrillos convencionales.

VII. RECOMENDACIONES

Es recomendable utilizar cenizas volantes de carbón producidas industrialmente, ya que estas cenizas luego de haber pasado por el proceso de combustión, obtienen las propiedades físicas y mecánicas requeridas para su uso estructural.

Así mismo, los complementos del diseño de mezcla, tales como cemento, arena y agua deben estar certificados o como mínimo cumplir lo estandarizado dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones, para su correcta aplicación en la mezcla y la obtención de los resultados requeridos.

Para los ensayos físicos se debe tener los factores a los que se someterán los elementos ya que cada factor influye de distinta manera en la composición del ecoladrillo, tales como: fuego, agua, aire, humedad, etc. Para ello se debe contar con instalaciones que tengan óptimos laboratorios para que se puedan realizar correctamente.

De acuerdo a los ensayos mecánicos a realizar, sean a compresión u otros, se debe estar acompañado de especialistas que dominan las maquinarias utilizadas para los ensayos, los cuales podrán supervisar, si en algún momento se aporta con el desarrollo del ensayo, con las medidas de seguridad correspondientes y los parámetros establecidos.

En casos de viviendas tanto formales como informales, el uso de los ecoladrillos con adición de ceniza volante de carbón, ayudara en temas de calidad, a la condición del hogar, por lo tanto, es factible su uso y adquisición, ya que, al ser fabricado de manera manual, con elementos que son de costos mínimos o propios, no tendrá problema alguno para aplicarse en viviendas unifamiliares, brindándoles seguridad, calidad y con fomentando el cuidado del medio ambiente.

REFERENCIAS

1. ANDRADE, Andrea y PALACIOS, Katherin. Elaboración de bloque prefabricado con cáscara de cacao, viruta de madera y mortero mixto para viviendas de interés social. Proyecto de investigación (Arquitecto). México: Universidad Laica Vicente Rocafuerte, 2019. 24pp.
2. ALEJANDRE, Francisco (2002). Historia, caracterización y restauración de morteros. España. Universidad de Sevilla.

ISBN: 8447207730
3. BALVIN, Richard Jr., BARRIOS, Kevin y CANCHARI, Juan Carlos. Fabricación de ladrillos ecológicos para la construcción utilizando poliestireno expandido granular Biowall. Tesis (Ingeniero civil). Perú: Universidad San Ignacio del Oyola, 2019.
4. CHIMBO, Víctor. Análisis de la resistencia a la compresión de ladrillos prensados interconectables elaborados de barro, cangahua y puzolana, con adiciones de cemento, cumpliendo la norma ecuatoriana de la construcción (NEC 2015). Tesis (Ingeniero civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2027.
5. CAMPOS, Katherine, et al. Diseño del proceso de producción de ladrillos basados en plástico reciclado. Tesis (Ingeniero industrial y de sistemas). Perú: Universidad de Piura, 2020. 22pp.
6. CASTILLO, Camila, MORA, Julián y PARDO, Karol. Evaluación del comportamiento físico y mecánico de bloques de arcilla macizos con adición de ceniza volante. Tesis (Ingeniero civil). Colombia: Universidad la Gran Colombia, 2018.
7. Centro de estudios y experimentación de obras públicas (CEDEX). Cenizas volantes de carbón y cenizas de hogar o escorias [en línea], España. Ministerio de Medio Ambiente, 2011 [fecha de consulta: 25 de mayo de 2020].

- Disponible en www.cedexmateriales.es/upload/docs/es_cenizasvolantesdecarbonycenizasdehogaroescoriasdic2011.pdf
8. CERVERA, Miguel, BLANCO, Elena (2015). Resistencia de Materiales. España. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE). ISBN: 9788494424441
 9. CHÁVEZ, Camilo y GUERRA, Yohana. Producción, propiedades y usos de los residuos de la combustión del carbón de Termo tasajero. Tesis (Ingeniero civil). Colombia: Universidad Santo Tomás, 2015. 5pp.
 10. FERMÍN, Jansen; et al. Prototipo de eco ladrillo para la construcción de viviendas ecológicas en zonas de escasos recursos económicos, villa María del Triunfo, 2018. Tesis (Ingeniero industrial). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 28pp.
 11. GUTIÉRREZ, Libia (2014). Metodología de la Investigación. 6ª. Edición. México. McGraw Hill. ISBN: 9589322824
 12. HAQUISTO, Samuel y BELIZARIO, Germán. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento [en línea] Vol. 20, Perú. Revista de Investigaciones Alto andinas, 2018 [fecha de consulta: 13 de junio de 2020]. Disponible en www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572018000200007&script=sci_arttext ISSN: 2313-2957
 13. HERNÁNDEZ, Roberto et. al. (2003). El concreto y otros materiales para la construcción. 2ª. Edición. Colombia. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. ISBN: 9781456223960
 14. LORCA, Pablo. Efecto de la adición de hidróxido cálcico sobre mezclas con alta sustitución de cemento por ceniza volante. Tesis Doctoral. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2014. 33pp.

15. MARILUZ, Milagros y ULLOA, Javier. Uso de las cenizas volantes de carbón excedentes de la central termoeléctrica Ilo21–Moquegua como adición para mejorar las propiedades del concreto: resistencia a la compresión, absorción, manejabilidad y temperatura. Tesis (Ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional del Santa, 2018.
16. MUNDACA, Geraldine. Determinación de la calidad de ecoladrillos elaborados con diferentes proporciones de ceniza de cascarilla de arroz. Tesis (Ingeniero civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2019.
17. MENESES, Leidy y DÍAZ, Wilner. Efecto de la adición de ceniza volante en las propiedades mecánicas y de resistencia a la penetración del ion cloruro en el mortero. Tesis (Ingeniero civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2019.
18. OJEDA, Juan, MERCANTE, Irma y FAJARDO, Nicolás. Diseño y ensayo de fibras plásticas recicladas para refuerzo de mortero [en línea] Vol. 36, Argentina. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 2020 [fecha de consulta: 17 de mayo de 2020].
Disponible en www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2020.36.53423
ISSN: 0188-4999
19. PEREZ, R. et al. Estudio de morteros con uso de vidrio molido como sustituto parcial de agregado fino [en línea] Núm. 45, México. Revista Pakbal, 2019 [fecha de consulta: 15 de mayo de 2020].
Disponible en www.ingenieria.unach.mx/images/Articulos_revista/
ISSN: 1665-4668
20. RIVERA, Gerardo. Concreto Simple. 1ª. Edición. Colombia. Universidad del Cauca.
21. ROGONTINO, Francesco et al. Evaluación del poliestireno expandido con mortero de cemento expuesto al fuego [en línea] Vol. 24, Venezuela. Revista Ingeniería UC, 2017 [fecha de consulta: 13 de junio de 2020].
Disponible en www.redalyc.org/pdf/707/70750544004.pdf

ISSN: 1316-6832

22. ROJAS, Ingrid y SOTELO, Marlon. Propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de polipropileno frente a las de un ladrillo tradicional de arcilla. Tesis (Ingeniero civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 16pp.
23. SÁNCHEZ, Beraldo y SOLANO, Jorge. Análisis de viabilidad del uso de cenizas de palma de aceite mezcladas con escoria granulada y activadores alcalinos para elaboración de morteros de recubrimiento. Trabajo de grado (Ingeniero civil). Colombia: Universidad de la Salle, 2019. 43pp.
24. SANTAELLA, Luz. Caracterización física química y mineralógica de las cenizas volantes [en línea] Núm. 10, Colombia. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2001 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2020].
Disponibile en www.redalyc.org/pdf/911/91101007.pdf
ISSN: 0124-8170
25. SÁNCHEZ, Diego (2001). Tecnología del concreto y del mortero. 5ª. Edición. Colombia. Pontificia Universidad Javeriana-Facultad de Ingeniería.
ISBN: 9589247040
26. SÁNCHEZ, Jorge et al. Cenizas volantes de termoeléctrica como materia prima para la fabricación de materiales cerámicos de construcción: efecto de la temperatura de cocción sobre el material [en línea] vol. 30, Chile. Revista Información Tecnológica, 2019 [fecha de consulta: 18 de mayo de 2020].
Disponibile en scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000100285&script=sci_arttext&tlng=p
ISSN: 0718-0764
27. TRINIDAD, Gerson y CHOMBO, Roberth. Diseño estructural de una vivienda con sistema albañilería confinada utilizando ladrillos ecológicos LTC en San Juan de Lurigancho - 2018. Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
28. VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica [en línea] vol. 33, Costa Rica. Revista educación, 2009 [fecha de consulta: 22 de mayo de 2020].
Disponibile en www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf
ISSN: 0379-7082

29. VENTURA, Eder. Resistencia del concreto $f'c$ 210kg/cm² con cenizas de carbón vegetal. Tesis (Ingeniero civil). Perú: Universidad San Pedro, 2018.
30. VIDELA, Carlos y MARTINEZ, Patricia. Caracterización físico-mecánica y microscópica de áridos ligeros de cenizas volantes producidos en frío [en línea] vol. 52, España. Revista Materiales de construcción, 2002 [fecha de consulta: 13 de mayo de 2020].
Disponibile en www.researchgate.net/publication/250311486
31. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Perú: Macro, 2016. 800pp.
ISBN: 9786123043346

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Elaboración de ecoladrillos adicionando ceniza volante de carbón para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán, Distrito Ate, Lima - 2020						METODOLOGÍA
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable	Dimensiones	Indicadores	
¿Los ecoladrillos con adición de ceniza volante de carbón presentan la calidad requerida para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán?	Determinar si los ecoladrillos con adición de ceniza volante de carbón presentan la calidad requerida para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán.	Los ecoladrillos con adición de ceniza volante de carbón presentan la calidad requerida para el diseño de viviendas unifamiliares en Huaycán.	Ceniza volante de carbón	Propiedades físicas	Granulometría	Tipo de estudio: Cuasi-experimental Diseño de investigación: Experimental Método de investigación: Cuantitativo Población: Desconocida Muestreo: No probabilístico Muestra: 228 ecoladrillos
					Absorción	
Peso Específico						
Problemas específicos	Objetivo específicas	Hipótesis específicas		Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión axial	
¿Cuáles son las propiedades físicas que obtienen los	Determinar las propiedades físicas que obtienen los	La ceniza volante de carbón brinda las propiedades físicas			Resistencia a la compresión diagonal	

ecoladrillos al adicionar la ceniza volante de carbón?	ecoladrillos al adicionar la ceniza volante de carbón.	requeridas para la en el ecoladrillo.		Dosificación de ceniza en el mortero	Mortero con adición de 16% de ceniza volante de carbón	
					Mortero con adición de 24% de ceniza volante de carbón	
					Mortero con adición de 32% de ceniza volante de carbón	
¿Cuáles son las propiedades mecánicas que obtienen los ecoladrillos al adicionar la ceniza volante de carbón?	Determinar las propiedades mecánicas que obtienen los ecoladrillos al adicionar la ceniza volante de carbón.	La ceniza volante de carbón brinda las propiedades mecánicas requeridas en el ecoladrillo.	Ecoladrillo	Propiedades físicas	Variación dimensional	
					Alabeo	
					Absorción	
				Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión de unidades	
					Resistencia a la compresión de prismas	

					Resistencia a la compresión de muretes	
¿La elaboración de ecoladrillos adicionando ceniza volante de carbón tendrá un costo menor a los ladrillos convencionales?	Determinar si la elaboración de ecoladrillos adicionando ceniza volante de carbón tendrá un costo menor a los ladrillos convencionales.	La elaboración de ecoladrillos adicionando ceniza volante de carbón tendrá un costo menor a los ladrillos convencionales.		Evaluación económica	Costos	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Panel fotográfico.



Figura 54. Lugar de extracción de la arcilla.



Figura 55. Ceniza volante de carbón a utilizar para los ensayos.



Figura 56. Realizando ensayos físicos.



Figura 57. Molde para la elaboración de los ecoladrillos.



Figura 58. Ecoladrillos.



Figura 59. Ensayo de variación dimensional.



Figura 60. *Ensayo de absorción.*

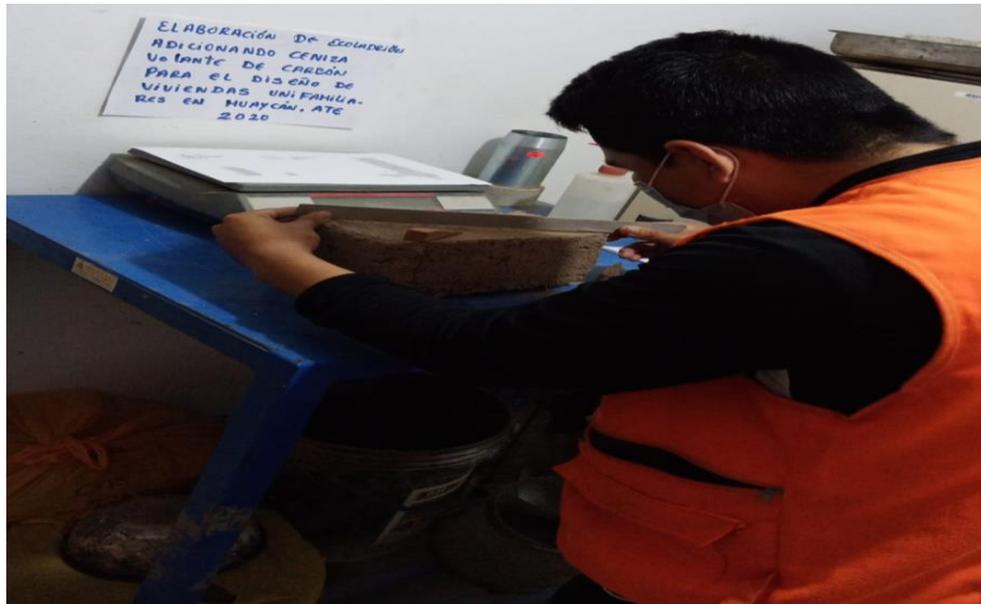


Figura 61. *Ensayo de alabeo.*



Figura 62. Ensayo de compresión de unidades.



Figura 63. Ensayo de compresión de prismas.



Figura 64. *Ensayo de compresión de muretes.*

Anexo 4. *Certificados de calidad.*



TEST & CONTROL

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-4374-2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR
Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
N° Serie : NO INDICA
Intervalo de indicación : 5000 Kg
Resolución : 0,1 Kg

CELDA DE CARGA
Marca : Kell
Modelo : A-FED
Serie : SX70836
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA
Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Figura 65. *Certificado de calibración de prensa CBR – Test & Control.*

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
 Marca : GEMMY
 Modelo : YCO-010
 N° de Serie : 510847
 Tipo de Ventilación : Turbulencia
 Procedencia : ALEMANIA
 Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
 Marca : No indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
 Marca : No indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
 Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,8 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFF: 0316

Figura 66. Certificado de calibración de horno GEMMY – Test & Control.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4372 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : **MTL GEOTECNIA S.A.C.**
Dirección : CAL.LA MADRID NRD. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : DENVER INSTRUMENT
Modelo : AA-250
N° de Serie : B032815
Capacidad Máxima : 220 g
Resolución : 0,0001 g
División de Verificación : 0,001 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 0,1 g
Procedencia : U.S.A.
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CPF: 0316

Figura 67. Certificado de calibración de balanza DENVER – Test & Control.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Figura 68. Certificado de calibración de balanza SARTORIUS – Test & Control.

Anexo 5. Validación de instrumentos mediante juicio de expertos.

Informe de opinión de juicio de expertos

Yo, Elmer Huaman Florzov, con DNI 44354559,
de profesión ING. CIVIL, identificado con el CIP N°
21096, hago constar que he revisado el instrumento de medición utilizado por
el investigador BADAJOZ CCASIHUI, Piero Lucio, por lo tanto hago las observaciones
correspondientes a continuación:

Ítem	Deficiente	Aceptable	Excelente
Precisión en los ítems		X	
Relevancia de contenido			X
Redacción de los ítems		X	
Presentación		X	

Lima, 21 del mes de septiembre, año 2020.

MTI GEOTECNIA S.A.C
Ingeniería Civil y Geotecnia

Elmer Huaman Florzov
CIP N° 21096

Firma del Experto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Título de la investigación: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA - 2020
Apellidos y nombres del investigador: PIERO LUCIO BADAJOZ CCASIHUI
Apellidos y nombres del experto: Elmer Hermano Moreno
CIP: 210706

N°	Cuestionario	Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
1	¿En su experiencia, cree usted que con la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, se obtendrá una mejora en la calidad según la Norma Técnica Peruana?	X				
2	¿En su experiencia, cree usted que al adherir cenizas volantes de carbón en ecoladrillos, mejoraría su resistencia a la compresión (NTP 399.613 y 399 605)?			X		
3	¿En su experiencia, cree usted que al adherir cenizas volante de carbón en ecoladrillos, mejoraría su resistencia a la flexión (NTP 399.613 y 399 605)?				X	
4	¿En su experiencia, cree usted que con la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, se obtendrá una variación en sus dimensiones (NTP 399.613)?				X	
5	¿En su experiencia, cree usted que la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, requerirá de una mayor absorción de fluidos (NTP 339.613)?			X		
6	¿En su experiencia, cree usted que la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, deberá realizarse en un laboratorio especializado?	X				
7	¿En su experiencia, cree usted que la ceniza volante de carbón, daña el diseño de mezcla del ecoladrillo?				X	
8	¿En su experiencia, cree usted que se puede adherir la ceniza volante de carbón, a cualquier tipo de ladrillo(arcilla, cemento, barro, etc.)?			X		
9	¿En su experiencia, cree usted que con la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, se obtendrá una mejora en la trabajabilidad del producto?		X			
10	¿En su experiencia, cree usted que con la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, se reducirían los costos a comparación de los ladrillos convencionales?			X		

Observaciones para la mejora de los ítems:

Informe de opinión de juicio de expertos

Yo, YESENIA CUBA BARRAZA, con DNI 42727949
de profesión INGENIERO CIVIL, identificado con el CIP N°
115803, hago constar que he revisado el instrumento de medición utilizado por
el investigador BADAJOZ CCASIHUI, Piero Lucio, por lo tanto hago las observaciones
correspondientes a continuación:

Ítem	Deficiente	Aceptable	Excelente
Precisión en los ítems		X	
Relevancia de contenido			X
Redacción de los ítems		X	
Presentación		X	

Lima, 17 del mes de septiembre, año 2020.

MTL GEOTECNIA SAC
SINLOS OMBROS ASPHALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
115803

Firma del Experto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Título de la investigación: ELABORACIÓN DE ECOLADRILLOS ADICIONANDO CENIZA VOLANTE DE CARBÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN HUAYCÁN, DISTRITO ATE, LIMA - 2020
Apellidos y nombres del investigador: PIERO LUCIO BADAJOZ CCASIHUI
Apellidos y nombres del experto: CUBO BOROZA YESENIA
CIP: 115803

N°	Cuestionario	Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
1	¿En su experiencia, cree usted que con la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, se obtendrá una mejora en la calidad según la Norma Técnica Peruana?	X				
2	¿En su experiencia, cree usted que al adherir cenizas volantes de carbón en ecoladrillos, mejoraría su resistencia a la compresión (NTP 399.613 y 399 605)?		X			
3	¿En su experiencia, cree usted que al adherir cenizas volante de carbón en ecoladrillos, mejoraría su resistencia a la flexión (NTP 399.613 y 399 605)?		X			
4	¿En su experiencia, cree usted que con la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, se obtendrá una variación en sus dimensiones (NTP 399.613)?				X	
5	¿En su experiencia, cree usted que la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, requerirá de una mayor absorción de fluidos (NTP 399.613)?				X	
6	¿En su experiencia, cree usted que la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, deberá realizarse en un laboratorio especializado?	X				
7	¿En su experiencia, cree usted que la ceniza volante de carbón, daña el diseño de mezcla del ecoladrillo?				X	
8	¿En su experiencia, cree usted que se puede adherir la ceniza volante de carbón, a cualquier tipo de ladrillo (arcilla, cemento, barro, etc.)?		X			
9	¿En su experiencia, cree usted que con la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, se obtendrá una mejora en la trabajabilidad del producto?			X		
10	¿En su experiencia, cree usted que con la adición de ceniza volante de carbón a los ecoladrillos, se reducirían los costos a comparación de los ladrillos convencionales?		X			

Observaciones para la mejora de los ítems:

Anexo 5. Declaratoria de autenticidad del asesor.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, ,
docente de la Facultad / Escuela de posgrado..... y
Escuela Profesional / Programa académico de la Universidad
César Vallejo Ate (filial o sede), revisor(a) del trabajo de investigación/tesis titulada
".....
.....
.....
....."
del (de los) estudiante(s) Badajoz Ccasihui, Piero
Lucio, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable
en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin
filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y conduyo que cada una de las coincidencias detectadas
no constituyen plagio. 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.

Lugar y fecha,

.....

Firma

Apellidos y nombres del (de la) docente

DNI: