FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V sustituyendo parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal, Chimbote – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Quispe Alca, Jhon Franscys (orcid.org/0000-0003-4680-017X)

Rojas Pineda, Carlos Manuel (orcid.org/0000-0001-5272-8093)

ASESORA:

Mgtr. Álvarez Asto, Luz Esther (orcid.org/0000-0001-6491-6569)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación está dedicado a Dios, quién nos da las fuerzas y bendiciones necesarias para seguir adelante en nuestro camino profesional que nos espera.

Asimismo, dedicarles a nuestros padres que son nuestro soporte día a día, apoyándonos de diversas maneras y dándonos facilidades para el estudio.

Por último, este proyecto va dedicado a todas nuestras amistades y compañeros y comunidad estudiantil interesados en adquirir nuevos conocimientos acerca de la materia.

Agradecimiento

Agradecer nuevamente a Dios por permitirnos seguir en la elaboración de este proyecto de investigación.

A nuestros padres, familiares y amistades involucrados en este proyecto, ya que nos demuestran su soporte y apoyo constante.

A nuestros docentes y asesores de la Universidad Cesar Vallejo, por la gran ayuda y asesoramiento en el desarrollo del presente trabajo.

Finalmente, hacer una mención aparte por la universidad que nos abre las puertas de sus instalaciones y plana docente especializada en el área.

Índice de contenidos

Pág.

Carátula…….…… i
Dedicatoria ii
Agradecimiento iii
Índice de contenidos iv
Índice de tablas v
Índice de figuras vi
Resumen viii
Abstract ix
I. INTRODUCCIÓN 1
II. MARCO TEÓRICO 4
III. METODOLOGÍA 11
3.1 Tipo y diseño de investigación 11
3.2. Variables y operacionalización 12
3.3. Población, muestra y muestreo 13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 15
3.5. Procedimientos 16
3.6. Método de análisis de datos 33
3.7. Aspectos éticos 34
IV. RESULTADOS 35
V. DISCUSIÓN 69
VI. CONCLUSIONES 73
VII. RECOMENDACIONES 75
REFERENCIAS 76
ANEXOS 84

Índice de tablas

Tabla 1. Diseño de investigación experimental 11
Tabla 2. Número de unidades elaboradas para la muestra 15
Tabla 3. Unidades de muestra para el ensayo de resistencia a la comprensión . 31
Tabla 4. Unidades de muestra para el ensayo de variación dimensional 31
Tabla 5. Unidades de muestra para el ensayo de alabeo 32
Tabla 6. Unidades de muestra para el ensayo de absorción 33
Tabla 7. Pruebas previas 54
Tabla 8. Análisis de varianza 55
Tabla 9. Prueba de Tukey 55
Tabla 10. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias 56
Tabla 11. Pruebas previas 58
Tabla 12. Análisis de Varianza 59
Tabla 13. Prueba de Tukey 60
Tabla 14. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias 60
Tabla 15. Pruebas previas 62
Tabla 16. Análisis de varianza 63
Tabla 17. Prueba de Tukey 63
Tabla 18. Pruebas simultáneas Tukey para diferencias de las medias 64
Tabla 19. Pruebas previas 66
Tabla 20. Análisis de varianza 67
Tabla 21. Análisis de varianza 68

Índice de figuras

Figura 1. Cantera de arcilla 16
Figura 2. Temperatura de calcinación del carbón vegetal 17
Figura 3. Equipos de fluorescencia de rayos X 17
Figura 4. Lavado de muestras 18
Figura 5. Tamizado de muestras 19
Figura 6. Tamizado de cenizas de carbón vegetal 19
Figura 7. Balanza electrónica 21
Figura 8. Horno industrial 21
Figura 9. Trituración de arcilla 22
Figura 10. Cálculo de proporciones 23
Figura 11. Pesando arcilla para ladrillo patrón 23
Figura 12. Máquina mezcladora 24
Figura 13. Salida automática 24
Figura 14. Extrusora con bomba de vacío 25
Figura 15. Máquina de corte 25
Figura 16. Superficie superior del horno 26
Figura 17. Peso de la arcilla para ladrillos al 5% 27
Figura 18. Peso de las cenizas para ladrillos al 5% 27
Figura 19. Peso de la arcilla para ladrillos al 10% 28
Figura 20. Peso de las cenizas para ladrillos al 10% 28
Figura 21. Peso de la arcilla para ladrillos al 15% 29
Figura 22. Peso de las cenizas para ladrillos al 15% 29
Figura 23. Mezclas en muestras para el ladrillo patrón, 5%, 10% y 15% 30
Figura 24. Análisis químico de la ceniza de carbón vegetal 35
Figura 25. Análisis químico de la arcilla 36
Figura 26. Curva Granulométrica de la muestra de arcilla 37
Figura 27. Curva de Fluidez de la muestra de arcilla 38
Figura 28. Curva granulométrica de la muestra sustituida al 5% por ceniza de carbón vegetal 39
Figura 29. Curva de fluidez de la muestra sustituida al 5% por ceniza de carbón vegetal 40

Figura 30. Curva Granulométrica de la muestra sustituida al 10% por ceniza de carbón vegetal 41
Figura 31. Curva de Fluidez de la muestra sustituida al 10 % por ceniza de carbón vegetal 42
Figura 32. Curva Granulométrica de la muestra sustituida al 15% por ceniza de carbón vegetal 43
Figura 33. Curva de Fluidez de la muestra sustituida al 15% por ceniza de carbón vegetal 44
Figura 34. Resistencia a la comprensión de los ladrillos patrón 45
Figura 35. Resistencia a la comprensión del ladrillo experimental al 5% 46
Figura 36. Resistencia a la compresión de ladrillo experimental al 10% 47
Figura 37. Resistencia a la comprensión de ladrillo experimental al 15% 48
Figura 38. Resumen de resultados de resistencia a la comprensión 49
Figura 39. Resumen de resultados de ensayos de alabeo 50
Figura 40. Promedios de absorción 51
Figura 41. Dimensión promedio del ladrillo patrón y experimentales 52
Figura 42. Variación dimensional del ladrillo patrón y experimentales 53
Figura 43. Intervalos de confianza de las diferencias entre los grupos 57
Figura 44. Intervalos de la muestra patrón y los tratamientos 57
Figura 45. Intervalos de confianza de las diferencias de los grupos 61
Figura 46. Intervalos de la muestra patrón y los tratamientos 61
Figura 47. Intervalos de confianza de las diferencias de los grupos 65
Figura 48. Intervalos de la muestra patrón y los tratamientos 65

Resumen

La ceniza de carbón vegetal es un residuo que podría ser altamente contaminante. Por tal motivo, se presenta el trabajo de investigación de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental; con el objetivo principal de determinar las propiedades físico mecánicas del ladrillo tipo V al sustituir la arcilla por 5%, 10% y 15% de ceniza de carbón vegetal, para ello, se realizaron ensayos y estudios previos como los estudios de composición química, granulometría y el índice de plasticidad, tanto para las cenizas como para la arcilla. Luego, se elaboraron 100 ladrillos como muestra a las cuales se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción.

Finalmente se concluye que: Las propiedades físico mecánicas del ladrillo tipo V al sustituir arcilla por ceniza de carbón vegetal, mejora cuando se sustituye en pequeñas proporciones como al 5%, y mientras que sea sustituido en mayor porcentaje, sus propiedades principales como la resistencia a la compresión, reducirá significativamente. Según la norma E070 a base de los resultados evaluados en el presente proyecto, se acepta a los ladrillos experimentales como unidad de albañilería. Demostrando, la viabilidad de utilizar la ceniza de carbón vegetal en un ladrillo de albañilería.

Palabras clave: Ceniza de carbón vegetal, Ladrillo tipo V, Resistencia a la compresión, Estudio químico, Análisis granulométrico.

Abstract

Charcoal ash is a residue that could be highly polluting. For this reason, applied research work is presented, with a quantitative approach and quasi-experimental design, with the main objective of determining the physical-mechanical properties of brick type V when replacing clay with 5%, 10% and 15% of charcoal ash. For this, tests and previous studies were carried out, such as chemical composition, granulometry and plasticity index studies, both for ashes and clay. Then, 100 bricks were made as a sample for which compressive strength, dimensional variation, warping and absorption tests were carried out.

Finally, it is concluded that the partial replacement of clay by charcoal ash at 5%, 10% and 15% with respect to the standard brick, significantly reduces the mechanical property corresponding to compressive strength. On the other hand, the physical properties corresponding to dimensional variation, warping and absorption, maintain their properties and/or improve to a lesser extent. The most favorable result was the experimental brick with 5% substitution, which fell to type IV in its mechanical characteristics. However, its physical characteristics improved.

Keywords: Charcoal ash, Type V brick, Compressive strength, Chemical study, Granulometric analysis.

I. INTRODUCCIÓN

Bajo el enfoque innovador y la necesidad de crear nuevas tecnologías para la construcción empleando residuos sólidos, se optó por investigar la posibilidad de incluir a la ceniza de carbón vegetal (CCV) como insumo de un producto importante dentro de la construcción como es el ladrillo de arcilla tipo V.

Durante la vida cotidiana se consume mucho el carbón vegetal las cuales generan residuos orgánicos, que después de su uso son inutilizables como la ceniza del carbón. Monedero et al. (2019) define a la ceniza de carbón como un recurso bioenergético que se obtiene mediante procesos mecánicos, térmicos, químicos o biológicos para crear diferentes tipos de productos.

Por otro lado, el ladrillo de arcilla en general y en especial el ladrillo tipo V, son productos que tienen gran demanda para la construcción, y su materia prima es la arcilla la cual presenta múltiples aplicaciones dentro de los materiales de construcción (Roa, Paredes y Lara, 2018, p.37). Gracias a sus propiedades mecánicas, su fabricación se masifica y la explotación de su materia prima.

La extracción de la arcilla es una actividad que degrada las zonas donde se realiza la explotación de este insumo, generalmente en terrenos como valles, bajos y donde existe bastante precipitaciones y siempre asociados a cursos de agua como en arroyos, lagunas y ríos, las cuales causan impactos en este recurso, no solo en el suelo, relieve o aire, sino también impactos negativos por la caracterización estética y errónea del paisaje (Almeida, 2020).

A nivel internacional, existen investigaciones previas en cuanto a la producción del ladrillo, Ram y Mohanty (2022) sostiene que, gracias a las propiedades de la ceniza de carbón, este puede emplearse en diversas áreas de la construcción, como mejora del suelo, en el hormigón asfáltico, hormigón compactado, ladrillo; además, de reducir la cantidad de residuo existente.

Por su parte, Abbas, Saleem, Kazmi y Munir (2017) en la investigación de producción de ladrillo incorporando ceniza de carbón, obtiene resultados óptimos, puesto que la resistencia, cumple con los requisitos mínimos para emplear como material de construcción, además, el peso es menor lo que

aligera el peso en la edificación y lo más importante que se estaría generando un producto sostenible y amigable con el medio ambiente (p.7).

Bajo esta premisa, se formularon las siguientes interrogantes que encaminan al proyecto de investigación: ¿Cuál es el resultado al evaluar las propiedades físico mecánicas del ladrillo tipo V al sustituir parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 5% 10% 15%, Chimbote 2022?, y se formulan preguntas específicas: ¿Cuál es la composición química por elementos de los insumos que se emplean en la elaboración del ladrillo tipo V?, ¿Qué estudios previos a la elaboración del ladrillo patrón y experimentales se debe realizar para determinar sus propiedades físico-mecánicas?, ¿Mediante qué ensayos se puede evaluar las propiedades físico-mecánicas del ladrillo patrón y experimentales en sus diferentes porcentajes de sustitución?

El presente trabajo de investigación se justificó de manera teórica debido a que se aplicaron conocimientos científicos acerca de las propiedades físico-mecánicas de ladrillo tipo V, la cual sirva para objeto de estudio y sustitución en su composición. La investigación se justificó de manera metodológica, ya que, la finalidad fue evaluar las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V sustituyendo parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 5% 10% 15% para dar a conocer las pruebas y/o ensayos establecidos en la NTP 399.613 que permitieron verificar la viabilidad de esta sustitución. Finalmente, de justificó de manera práctica puesto que la NTP 399.613 exige realizar pruebas de resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción, para las cuales se necesitaron de muestras y de elaboración de estas unidades de ladrillos para cumplir con el objetivo.

Por lo expuesto, se planteó el objetivo general: Evaluar las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V sustituyendo parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 5%, 10% y 15%; las cuales se realizaron mediante las pruebas de resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción; procesos establecidos en la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.613 y clasificados en la Norma E070 - Unidades de albañilería. Asimismo, se trazaron los objetivos específicos: (a) Determinar la composición química por elementos de la arcilla y las cenizas de carbón vegetal. (b) Realizar el

análisis granulométrico y determinar el índice de plasticidad de la arcilla y de la ceniza de carbón vegetal. (c) Determinar la resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción del ladrillo patrón y experimentales, con sustitución en sus diferentes porcentajes.

Para responder al problema de investigación, se plantearon las siguientes hipótesis: La sustitución parcial de la arcilla por la ceniza del carbón vegetal en un 5% 10% y 15% mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V. Asimismo, se plasma la hipótesis nula: La sustitución parcial de la arcilla por la ceniza del carbón vegetal en un 5% 10% y 15% reduce significativamente las propiedades físico-mecánicas. Además, se plantearon las hipótesis específicas: (a) Los resultados del estudio químico de la arcilla y las cenizas son buenos indicadores para la mejora de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V. Asimismo, se plasmó la hipótesis nula: Los resultados del estudio químico de la arcilla y las cenizas NO son buenos indicadores para la mejora de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V.

(b) Los resultados de los análisis granulométricos, índice de plasticidad y contenido de humedad de los insumos son buenos indicadores para alcanzar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo tipo V. Asimismo, se plasmó la hipótesis nula: Los resultados de los análisis granulométricos de los insumos NO son buenos indicadores para alcanzar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo tipo V.

(c) Las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos con sustitución correspondientes a la resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción del ladrillo cumplen con lo mínimo requerido según la Norma E070. Solo algunas propiedades físico-mecánicas de los ladrillos con sustitución correspondientes a la resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción del ladrillo cumplen con lo mínimo requerido según la Norma E070. Ninguna de las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos con sustitución correspondientes a la resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción del ladrillo cumple con lo mínimo requerido según la Norma E070.

II. MARCO TEÓRICO

Existen diferentes investigaciones referentes a las propiedades y beneficios que tiene este material, como Kazmi, Munir, Wu, Hanif y Patnaikuni (2018) sostiene que aporta adecuadas propiedades mecánicas, mantiene una buena durabilidad y buena resistencia a altas temperaturas (p.1868). Asimismo, Villaquirán et al. (2021) sostiene que las características de este material van a depender de la composición química y mineralógica y se va a diferenciar durante el proceso de manufactura y a la temperatura en la que será elaborada (p.27). A su vez, Mora, Torres, Chaparro y Sánchez (2019) manifiestan que la arcilla se caracteriza por su óptimo índice de plasticidad, excelente proceso de secado, resistente a la calcinación y excelente capacidad de absorción. Además de contar con cantidades de caolinita, cuarzo, hematita y anatasa (p. 97). Por último, Azevedo, Quesado, Guimaraes, Artur y Oliveira (2019) mencionan que la característica más importante de los ladrillos a base de arcilla es la resistencia a la compresión (p. 126).

En Colombia, al Norte de Santander, Moreno, Pabón y Cely (2019) en donde presentó una serie de estudios para analizar el comportamiento estructural y mecánico del ladrillo al usar arcilla de Zulia, donde se obtiene resultados positivos y se concluye en la viabilidad del uso de esta arcilla para la fabricación de ladrillos. Partiendo de esta investigación, se puede enfocar la posible viabilidad de la incorporación de ceniza de carbón vegetal al ladrillo tipo V de arcilla.

Para Taurino, Ferreti, Cattani, Bozzoli y Bondioli (2019) menciona que los ladrillos de arcilla por su composición y características se ha convertido en tendencia (p. 1). En consecuencia, a la gran demanda de ladrillo Sarmiento (2020) en su investigación menciona que es importante mantener la producción de este material, ya que mantendrán la línea de abastecimiento para la urbanización de los pueblos, además que trae trabajo por parte de los artesanales e industrialización por parte de las empresas (p. 141).

Según Aviram, Badillo, Prieto y Jaramillo (2019) comenta que el uso correcto del ladrillo es importante considerar en todo muro de mampostería la carga de viento que esta pueda sujetar, ya que un mal cálculo o proceso constructivo hará que la construcción falle (p.65). Para evitar el colapso de los muros, es importante considerar no solo las cargas sino también se debe considerar la calidad de los materiales que se usarán, y el proceso constructivo.

Siguiendo con las investigaciones se tiene a Hossain y Roy (2019) que con el objetivo de fabricar refractarios sostenibles utilizando diferentes residuos, puso en estudio la ceniza de carbón para lograr su propósito, el cual, concluye que este producto aporta principalmente al aislamiento térmico al ladrillo refractario (p.116).

En cuanto a la aplicación de la ceniza de carbón en ladrillos de arcilla se tiene como antecedentes a diferentes estudios de investigación, a nivel internacional tenemos a Sánchez, Corpas y Rojas (2019) en su artículo concluyen que la ceniza de carbón es rica en silicio y la clasifican como tipo F según la norma internacional ASTM C618. Sin embargo, en la búsqueda de sustituir a la arcilla por ceniza parcialmente en su producto, este resultó que no aporta de manera significativa a las propiedades existentes en la elaboración de ladrillos de arcilla.

Un estudio realizado por Jarre, Puig, Zamora y Zamora (2021) menciona que la ceniza de carbón por sus propiedades y por presentar una estructura mineralógica predominantemente amorfa, puede sustituir al cemento portland que permite cumplir con la característica de puzolana en este caso artificial (p.49).

Para Silva y Delvasto (2018) en su investigación de concreto añadiendo ceniza volante y escoria de parrilla (ceniza de carbón vegetal) obtienen resultados óptimos con respecto a la ceniza de carbón concluyendo que la ceniza de carbón vegetal contribuye al concreto autocompletante (CAC) dándole en estado fresco, una adecuada fluidez, trabajabilidad, y buena segregación. Además, en estado endurecido después de 28 días de curado,

se obtiene una excelente resistencia gracias a su adecuada relación agua/finos ofreciendo un excelente desempeño (p. 155-156).

Según Ortiz, Agudelo, Tovar y Gutiérrez (2018), gracias a la capacidad de absorción de la ceniza, lo analizan como material adsorbente de plomo en solución acuosa. Con la finalidad de tener un producto que aporte a reducir los índices de plomo en el medio ambiente contaminado (p.47). Sin embargo, Solorzano, Zambrano, Vacca y Larrahondo (2019) realizan una investigación en base al grado de responsabilidad que tiene la ceniza de carbón como residuo, producto de la combustión de carbón (RPCC) emitida por las fábricas termoeléctricas en el deterioro de la infraestructura vial en los alrededores de estas plantas, definiendo que la ceniza de carbón, altera las propiedades físicas y mecánicas de los materiales existentes, lo que más resalta en esta investigación es la influencia del módulo resiliente con respecto a la presencia de agua que contiene el suelo (p. 225).

Además, Durand (2017) en su investigación determinó que el óxido de calcio presente en las cenizas, no aporta a la resistencia en elementos estructurales a base de concreto, teniendo fraguado lento. Según Alarcón (2018) en su investigación tuvo un resultado de 74.64 % de presencia de óxido de calcio (CaO) en su ceniza de concha de donax, en donde concluye que este elemento influye en el fraguado del elemento.

Por otro lado, la arcilla es una materia prima importante con propiedades únicas las cuales permiten la fabricación de diferentes productos en el sector construcción, por ello, debemos controlar y tener un buen manejo en cuanto a su explotación

En cuanto a la extracción de la arcilla para ladrillos semi – industriales, se emplea maquinaria pesada como la retroexcavadora, además limpian impurezas como raíces y restos de arbustos. Todo ello, por sus adecuadas propiedades mecánicas, excelente durabilidad y desempeño térmico (Villaquirán et al., 2021, p.2). Esto se genera por la falta de control que tienen las entidades gubernamentales en cuanto a la explotación de recursos en el ecosistema.

Para el desarrollo del proyecto, es importante señalar que existen normativas que acompañan al procedimiento de la investigación, como la NTP 399.613, norma que exige que se lleve a cabo un procedimiento en base a ensayos a los ladrillos para que estas puedan ser empleadas en la construcción.

Para evaluar la propiedad mecánica correspondiente a la resistencia del ladrillo se realiza el ensayo de ruptura, el cual es el principal que se menciona en dicha normativa.

La NTP 399.613 menciona que la resistencia a la compresión, es una característica mecánica que se le denomina al soporte de cargas por una unidad de medida. Esta característica es clasificada por la Norma E070 en el RNE- unidades de albañilería, donde clasifica al ladrillo en estudio (tipo v) por superar los 180 kg/cm2 en resistencia. Asimismo, Cuenca (2021) según su diagnóstico realizado en su investigación, con arcilla de baja plasticidad llega a una resistencia de 119.79 kg/cm2 el cual es clasificado como unidad tipo III según la norma E070. (p.29)

Para evaluar las propiedades físicas del ladrillo tipo V se realizan ensayos de variación dimensional, alabeo y absorción.

Asimismo, el ensayo correspondiente a la variación de la unidad se realizará bajo lineamientos establecidos en la NTP 399.613, donde se entiende que pueden existir variaciones en las medidas por los procesos que pasan la unidad para adquirir las propiedades que exige la norma E070 y clasificar a la unidad como tipo V, esta debe tener un máximo porcentaje de variación de:

- Hasta 10 cm: +/- 3 cm

- Hasta 15 cm: +/- 2 cm

- Más de 15 cm: +/- 1 cm

Según la NTP 399.613, el ensayo de alabeo consiste en determinar la forma del ladrillo, en sus caras principales y laterales, si es cóncava o convexa, de acuerdo a este lineamiento, se desarrollarán los cálculos correspondientes y

posteriormente se le clasificará según la Norma E070. La cual admite un máximo de alabeo de 2 mm para un ladrillo tipo V.

Por último, en cuanto al ensayo de absorción, la norma establece que la muestra se debe pesar y anotar este primer peso, antes de ser sumergido por 24 horas como mínimo, para determinar la variación del peso, y mediante los respectivos cálculos establecidos en la norma, poder determinar su valor de absorción y finalmente clasificar a la unidad según la Norma E070. Según la presente norma, la unidad de albañilería será aceptada siempre que no pase del 22% de absorción.

Cuenca (2021) para su trabajo de investigación realiza los ensayos correspondientes al ensayo de variación dimensional, en la cual obtiene como resultado una variación dimensional máxima del 0.81%, según la norma se clasificaría como ladrillo tipo V. También, realiza el ensayo de alabeo en el cual obtiene un resultado de alabeo del 3.5mm, clasificándose según la norma E070 como ladrillo tipo IV. Finalmente, en cuanto al ensayo de absorción, tuvo un resultado de 21.42% de absorción en su ladrillo de arcilla cocida. Unidad que fue aceptada según la norma en mención.

Para la elaboración de los ladrillos, es importante considerar la calidad de los insumos y características físicas que lo acompañan, para esto, es importante realizar ensayos de granulometría y determinar el índice de plasticidad de la arcilla.

El análisis granulométrico según la NTP 339.128, menciona que dicho método se basa en determinar de manera cuantitativa la distribución de las partículas presentes en el suelo según sus tamaños. Este método de clasificación se realiza por tamizado para partículas mayores al tamiz N°200 y para menores se realizará mediante sedimentación.

Tal como lo hace Cuenca (2021) donde en su trabajo de investigación realiza estos ensayos con el fin realizar un diagnóstico del proceso constructivo de arcillas cocidas, para lo cual realiza ensayos de granulometría, donde la muestra llega al fondo en un 99.7%, obteniendo un límite líquido (LL) de 45%, y un límite plástico (LP) de 24.09% y determinando un índice de plasticidad

(IP) del 20.91%. Finalmente, la muestra lo clasifica según el sistema SUCS, como una (CL) arcilla de baja o mediana plasticidad.

Para la cocción del ladrillo, Guerrero, Espinel y Sánchez (2017) citan a gallegos, Lang y Fernández (2006) quien menciona que los ladrillos deben tener de 2 a 3 días de cocción en el horno a una temperatura de 800 y 1300 °C según el tipo de horno.

Por último, para determinar la composición química por elementos de los insumos se realiza el ensayo de FRX. Donde según Quiñones, Carlos (2019) este ensayo se basa en medir el tamaño de onda o energía de cada radiación característica que son emitidas por la muestra para poder identificar los componentes de estos elementos y medir también, sus intensidades con la finalidad de poder determinar sus concentraciones respectivas.

Para determinar la composición química nos basamos en el Estándar ASTM C618 (1980) donde indica que existen tres clases de límites ASTM C618 las cuales son: clase N, clase F y clase C; así mismo, indica que la composición química (% en masa) de SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3 debe sumar mínimamente 70, 50 y 50 respectivamente. También, el trióxido de azufre (SO3) no debe exceder en 4%, 5% y 5% respectivamente. El óxido de calcio (CaO) para la clase F debe tener máximo 18% y para la clase C mayor a 18%. Finalmente, la pérdida en ignición no debe exceder a 10%, 6% y 6% respectivamente.

En el caso de la composición química por elementos de la arcilla, Julián, Flores, Cribillero y Velazquez (2016) en su investigación determinó que se trata de una arcilla relativamente limpia ya que en la composición química de la arcilla de Yacya – Huari abundan los porcentajes de óxidos activados con un 52.030% de trióxido de aluminio (Al_2O_3), 33.638% de dióxido de silicio (SiO_2) y con menor cantidad con 6.869% de óxido de potasio (K_2O) y 6.068% de trióxido de hierro (Fe_2O_3) considerándose así un material puzolánico.

Así también, para cumplir con los objetivos planteados es importante conocer la problemática que encamina al trabajo de investigación, la cual, es la preocupación por la abundante producción de ceniza de carbón por su doméstico e industrial como pollerías y parrillas en Chimbote.

Cabe mencionar que, la producción de los residuos sólidos viene en aumento gracias al sector industrial, por lo tanto, se requiere intervenir efectivamente garantizando un manejo ambientalmente adecuado y económicamente viable (Simão, Hotza, Raupp, Labrincha y Montedo, 2019, p 237).

En cuanto al uso del carbón, el uso de carbón es esencial para la cocina mundial y es donde en Argentina De Bedia et al. (2018) para su artículo de revista hizo una encuesta realizada en diferentes regiones de dicho país con la finalidad de conocer la preferencia del uso del carbón sobre la leña, donde llega a la conclusión que; las personas prefieren el uso del carbón, para la cocción de sus alimentos en hornos y parrillas principalmente, en lugar de la leña. Además, el carbón es más accesible por su comercialización a pesar de ser más costoso que la leña (p.98).

La ceniza de carbón o biomasa es aquella materia orgánica obtenida mediante un proceso biológico la cual puede ser de manera espontánea o provocada y que puede ser empleada como fuente de energía. (Lasa y Araujo, 2020, p.21). Asimismo, Castellano, Sanz, Cañas y Sánchez (2022) definen a la ceniza de carbón como un material vítreo que se obtiene mediante un proceso térmico expuesto a alta temperatura, por ende, puede integrarse en composiciones cerámicas de carrocería. Es decir, la ceniza de carbón vegetal es un subproducto que se genera por la combustión del carbón.

Por su parte, Hossain y Roy (2019) con el objetivo de fabricar refractarios sostenibles utilizando diferentes residuos, puso en estudio la ceniza de carbón para lograr su propósito, el cual, aporta principalmente aislamiento térmico al ladrillo refractario (p.116).

Asimismo, en cuanto a su composición física, la ceniza del carbón es fácil de esparcir por el tamaño de sus partículas, poniendo en riesgo la salud de las personas quienes la manipulan exponiendo su aparato digestivo y respiratorio, además, este residuo altera el agua y la calidad de los suelos (Apaza, Portugal y Tirado, 2021, p.11). Por lo que Toro, Ramírez y Sepúlveda (2017) recomiendan implementar medidas para la prevención y control de riesgos caracterizados en la labor en estas empresas (p. 437).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: El tipo de investigación según el proceso fue aplicada, puesto que, la variable de estudio implicó sustituir la arcilla por ceniza de carbón vegetal en un 5%, 10% y 15% al ladrillo tipo V para determinar sus propiedades físico-mecánicas.

3.1.2. Diseño de investigación: El diseño empleado fue cuasi experimental puesto que, en la investigación, la variable de estudio es manipulada y se realizó ensayos establecidos en la NTP 399.613 para su validación.

Tabla 1. *Diseño de investigación experimental*

01 Ladrillos patrón (L.P)	X1 (Ladrillo con 0% de sustitución por C.C.V.)	O1 (7 Días)
02 Ladrillos experimentales (L.E)	X2 (Ladrillo con 5% de sustitución por C.C.V.)	O1 (7 Días)
03 Ladrillos experimentales (L.E)	X3 (Ladrillo con 10% de sustitución por C.C.V.)	O1 (7 Días)
04 Ladrillos experimentales (L.E)	X4 (Ladrillo con 15% de sustitución por C.C.V.)	O1 (7 Días)

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

LP= Ladrillo patrón

LE= Ladrillo experimental

C.C.V= Ceniza de carbón vegetal

X1= Sustitución al 0% por ceniza de carbón vegetal

X2= Sustitución al 5% por ceniza de carbón vegetal

X3= Sustitución al 10% por ceniza de carbón vegetal

X4= Sustitución al 15% por ceniza de carbón vegetal

O1= Observación a los 7 días de secado del ladrillo tipo V

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable Dependiente: Propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V

- **Definición conceptual:**

  Mecánicamente es la característica enfocada a la resistencia del material en estudio, que soportan fuerzas o cargas (NTP 331.017,2015, p.3).

  Físicamente son aquellas características que se pueden definir o clasificar mediante la observación o medición según sea el caso. En el RNE (2019) se clasifica una unidad de ladrillo según sus características físicas presentes correspondientes a la dimensión, alabeo y absorción**.**

- **Definición Operacional:** Los ensayos de resistencia, variación dimensional, alabeo y absorción en el laboratorio, se hicieron en base a los lineamientos establecidos en la NTP 399.613.

- **Dimensiones:**

  Resistencia a la compresión:
  Indicador: Mínimo 180 kg/cm2

  Variación dimensional:
  Indicador: Porcentaje (%)
  - Hasta 10 cm +/- 3 cm.
  - Hasta 15 cm +/- 2 cm.
  - Más de 15 cm +/- 1 cm.

  Alabeo:
  Indicador: Máximo de 2 mm

  Absorción:
  Indicador: < 22 %

- **Escala de Medición:** La razón fue la escala de medición empleada en el presente proyecto. Tal como mencionan Villasís y Miranda (2016, p. 8) con respecto a la escala de razón, esta puede ser cuantitativa tanto continua como infinita.

3.2.2. Variable Independiente: ceniza de carbón vegetal

- **Definición conceptual:** Para Murillo, Diaz, Santander y Cubillos (2021) la biomasa leñosa (carbón) es una fuente de energía normalmente de uso doméstico que se caracteriza por su bajo costo y disponibilidad. Por tanto, sus residuos se masifican haciéndose un producto contaminante.

- **Definición Operacional:** La sustitución de la arcilla por ceniza de carbón vegetal en un 5% 10% y 15%, varía las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo patrón. Para afirmar todo ello, se realizó un estudio químico en laboratorio.

- **Dimensión:** Estudio químico composición por elementos.

- **Indicador:** Ensayo de espectroscopia de fluorescencia rayos X

- **Escala de Medición:** De razón

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

Es aquel grupo de personas u objetos de quienes queremos conocer algo y es motivo de realizar una investigación (López, 2004), por tanto, la población empleada para el presente proyecto fue de 120 ladrillos, de quienes se logró conocer sus propiedades físicas y mecánicas que tienen al sustituir parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal.

- **Criterios de inclusión:** Según la NTP 399.613: fueron objeto de estudios, aquellas unidades completas en color, textura y tamaños, liberados de impurezas, limos o cualquier otro material no asociado a sus procesos de fabricación.

- **Criterios de exclusión:** Fueron excluidas a la población de estudio, a aquellas unidades que no cumplan con lo establecido por la NTP 399.613 y no permita ser objeto de estudio.

3.3.2. Muestra

Se consideró un total de muestra de 100 unidades de ladrillo en sus diferentes composiciones.

- Ladrillo tipo V tradicional (Patrón) (25 und)
- Ladrillo experimental sustituyendo la arcilla por un 5% de ceniza de carbón vegetal (25 und)
- Ladrillo experimental sustituyendo la arcilla por un 10% de ceniza de carbón vegetal (25 und)
- Ladrillo experimental sustituyendo la arcilla por un 15% de ceniza de carbón vegetal (25 und)

3.3.3. Muestreo

Se aplicó el tipo de muestreo no probabilístico y por conveniencia para la muestra realizada, con la finalidad de cumplir las exigencias dadas por la norma, se seleccionó una cierta cantidad de unidades a ensayar.

Según la NTP 399.613:

- Ensayo de resistencia a la compresión: La norma exige utilizar como mínimo 5 unidades de ladrillo.
- Ensayo de Variación Dimensional: La norma exige emplear una cantidad mínima de 10 unidades de ladrillo.
- Ensayo de alabeo: La norma exige usar mínimo 5 unidades de ladrillo.
- Ensayo de absorción: La norma exige usar mínimo 5 unidades de ladrillo.

Finalmente, basándose en el número de muestras mínimas establecidas por la NTP 399.613 se decidió elaborar ladrillos para los ensayos considerando muestras que puedan aplicar al criterio de exclusión. El número de muestras elaboradas se representan en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Número de unidades elaboradas para la muestra*

Muestras/ Ensayos	Patrón	5% de CCV	10% de CCV	15% de CCV	Und.
Resistencia a la Compresión	5	5	5	5	20
Variación Dimensional	10	10	10	10	40
Alabeo	5	5	5	5	20
Absorción	5	5	5	5	20
TOTAL					100

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para analizar las propiedades físicas y también mecánicas de los ladrillos en estudio fue la observación, mediante ensayos estandarizados los cuales nos facilitaron recopilar toda la información.

Para los ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión y absorción, se realizará bajo los procedimientos y estándares establecidos en la NTP 399.613 y la norma E 070 de albañilería. Dichos procedimientos nos permiten tener datos confiables y verídicos. Además, debido a la falta de alguna normativa que dicte o proponga un proceso para el diseño de un ladrillo modular se elaboró un diseño propio de mezcla para cumplir con el propósito.

En cuanto a la validez y confiabilidad, los formatos empleados están estandarizados y reglamentados según el proceso y cálculos correspondientes establecidos en la NTP 399.613 y la norma E.070 de Unidades de albañilería.

3.5. Procedimientos

Procedimiento para determinar la composición química por elementos de la arcilla y las cenizas de carbón vegetal.

Para la materia prima, como la arcilla, se obtuvo del centro poblado Chorobal-Chao-Virú.

Figura 1. Cantera de arcilla

Así mismo, se emplearon las cenizas de carbón vegetal, residuos desechables que generan las pollerías en el distrito de Nuevo Chimbote.

Para la obtención de las cenizas de carbón vegetal se solicitó los residuos de la pollería La granja Linda – Sede Plaza Mayor en Nuevo Chimbote, Santa, Ancash para la muestra con un aprox. de 30 kg bruto. Además, se verificó la temperatura de 230 °C a la cual era calcinado este carbón vegetal para producir las cenizas requeridas.

Figura 2. Temperatura de calcinación del carbón vegetal

Así también, cabe mencionar que se realizó un ensayo para la determinación de composición química por elementos en el Laboratorio de ensayo e investigación “SLab” mediante el método de espectroscopia de fluorescencia de rayos X de energía Dispersiva (FRXDE).

Figura 3. Equipos de fluorescencia de rayos X

Procedimiento para realizar el análisis granulométrico y determinar el índice de plasticidad de la arcilla y de la ceniza de carbón vegetal.

Se utilizó una cantidad de 350 kg bruto de arcilla que se recogieron en 7 sacos de 50 kg aproximadamente. Libre de residuos e impurezas.

Asimismo, para los ensayos de granulometría se elaboró bajo los lineamientos de la NTP – 339.128 para conocer la composición física de la arcilla y clasificarla.

Por otro lado, para determinar el índice de plasticidad de la arcilla se realizó el ensayo LL y LP en el laboratorio “Kae”, quien se basó en las normas NTP 399-129.

Figura 4. Lavado de muestras

Para todo ello, se llevó al laboratorio KAE Ingeniería, donde se tomó como muestras la cantidad aprox. de 500 gr. Inicialmente, se realizó el pesaje de la muestra patrón y mezcla de la muestra experimental (al 5%, 10% y 15%). Posterior a ello, se realiza el lavado de cada muestra, tal como se visualiza en la figura.

Finalmente, se realizó el tamizado pasando por las mallas N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 140 y N° 200 para la muestra patrón y muestra experimental al 5%, 10% y 15%.

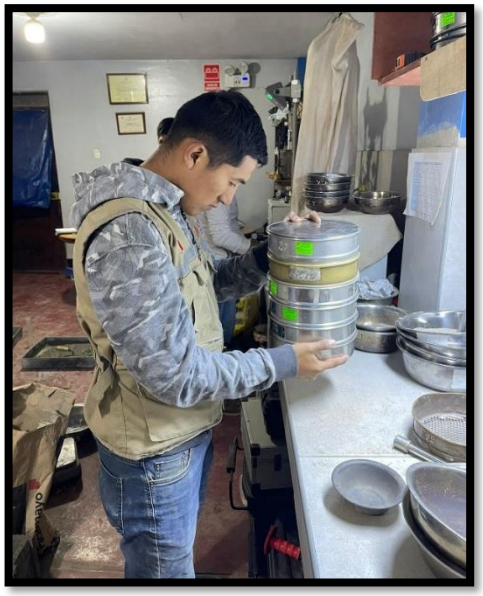


Figura 5. Tamizado de muestras

Por otro lado, para el análisis granulométrico de las cenizas de carbón vegetal se sigue el mismo proceso de tamizado, mas no de lavado, según la Norma NTP – 339-128 para conocer la composición física de la ceniza de carbón vegetal y clasificarla. Se pasa inicialmente por la malla N° 4, para luego hacerlo por los tamices N°10, N°20, N°40, N°60, N°140 y N°200.

Figura 6. Tamizado de cenizas de carbón vegetal

Procedimientos para determinar la resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción del ladrillo patrón y experimentales, con sustitución en sus diferentes porcentajes.

Se cumplió con el objetivo planteado; para ello, primero se tuvo que elaborar los ladrillos tanto para el patrón como para los experimentales.

Para la elaboración del ladrillo patrón se realizó procesos previos como es la selección de los materiales:

- El agua, la cual es abastecida a través de Sedapal - Chimbote, agua potable libre de impurezas y residuos.
  Según Jiménez y Salazar (2005) el agua para la elaboración del ladrillo de arcilla será el 25% del total. Para el presente proyecto, se usó el 25% de agua de la muestra del ladrillo.
- Molde de la unidad albañilería, que fue facilitado por la ladrillera ubicada en el Km 421 panamericana norte Sector industrial - Parque “Los pinos” con medidas de 9x13x24 (basándonos en las medidas de un ladrillo King Kong), puesto que, en la NTP 331.017 en dimensiones de fabricación para los ladrillos de arcilla, menciona que estas serán adoptadas por el fabricante.
- La balanza electrónica nos sirvió para controlar el peso de las muestras de los ladrillos, en arcilla y ceniza, permitiéndonos proporcionar los porcentajes de sustitución para cada muestra.

Figura 7. Balanza electrónica

- El aceite quemado se utilizó exclusivamente con el propósito de evitar que la muestra quede en el molde, permitiéndonos tener un moldeado liso al momento de voltear el molde hacia el área de secado.
- El horno industrial fue facilitado por ladrillera. El proceso de cocción del ladrillo es de manera progresiva teniendo una temperatura máxima de 1000 °C.

  La cocción de los ladrillos fue realizada en 4 lotes, de 30 ladrillos por lote en sus diferentes proporciones.

Figura 8. Horno industrial

Para realizar la elaboración de todos los ladrillos, se realizó la trituración de toda la arcilla a emplear, en bandejas y con herramientas manuales para

finalmente pasar por el tamiz N° 16, el cual se optó a criterio ya que todo lo que pasa por este tamiz adquiere características de finura y trabajabilidad.

Figura 9. Trituración de arcilla

La elaboración de los ladrillos se hizo por 4 pequeños lotes, de 30 ladrillos por día, correspondientes al ladrillo patrón y ladrillos experimentales (5% de sustitución, 10% de sustitución y 15% de sustitución), elaborando un diseño distinto por día.

Haciendo un total de 120 ladrillos, 20 adicionales a la población de estudio para los criterios de exclusión.

Así también, se usaron utensilios como baldes, recipientes, jarras medidoras y otros instrumentos caseros de medición y almacenamiento.

Para la elaboración del ladrillo patrón:

El primer día de elaboración de los ladrillos, teniendo los materiales e insumos previamente listos. Se comenzó con el cálculo de proporciones para la elaboración del ladrillo patrón. Se empleó una proporción de 2.5 kg de arcilla con el 25% de agua correspondiente a 625 ml.

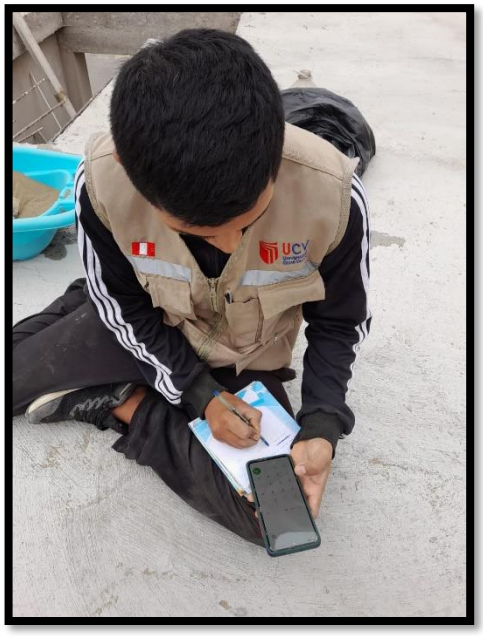


Figura 10. Cálculo de proporciones

En el día, se elaboraron 30 ladrillos patrón. En un recipiente se midió 2.5kg correspondiente a la cantidad de arcilla que se usa para un ladrillo, siguiendo este proceso 30 veces correspondiente a la cantidad de ladrillos que se necesita. Realizándose un total de 75 kg. de arcilla tamizado y libre de impurezas.

Figura 11. Pesando arcilla para ladrillo patrón

Luego, se vertió el 25% de agua correspondiente a 18.75 litros, el cual será homogeneizado en la máquina mezcladora.

Figura 12. Máquina mezcladora

Posteriormente, la mezcla es transportada por la salida automática para pasar a la extrusora con bomba de vacío.

Figura 13. Salida automática

Una vez llegado la mezcla a la extrusora con bomba de vacío, ésta es comprimida y expulsada hacia la salida de barra.

Figura 14. Extrusora con bomba de vacío

Posterior a ello, la mezcla es transportada por la salida de barra hacia la máquina de corte con el molde del ladrillo y trasladada por la salida automática.

Figura 15. Máquina de corte

El proceso de secado, es a temperatura ambiente durante 2 a 3 días según el clima, antes de realizar la cocción.

Para el trabajo de investigación, el proceso de cocción de la unidad de ladrillo fue de 1 día a una temperatura progresiva y máxima de 1000°C.

Figura 16. *Superficie superior del horno*

Para elaboración del ladrillo sustituyendo la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 5%:

Ya habiéndose comprobado la dosificación del ladrillo patrón, se procedió con la elaboración del ladrillo con sustitución al 5%, teniendo como proporción 2.37 kg de arcilla + 0.13 kg de ceniza de carbón vegetal de arcilla más 33% de agua por ladrillos dándonos resultados de 71.25 kg de arcilla + 3.75 kg de CVV más 24.75 litros de agua, los cuales fueron transportados y mezclados en la máquina mezcladora.

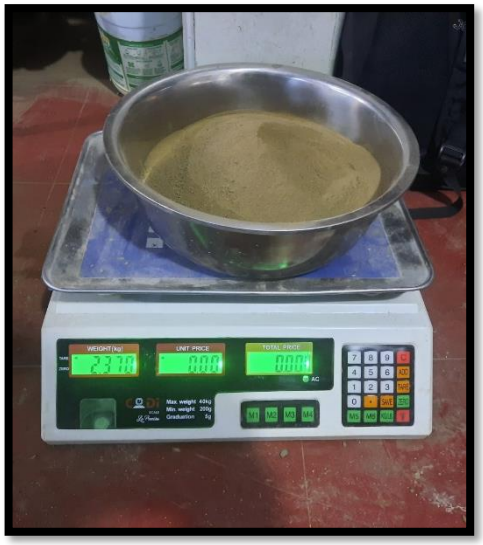


Figura 17. Peso de la arcilla para ladrillos al 5%

Figura 18. *Peso de las cenizas para ladrillos al 5%*

Luego, se realizó el mismo procedimiento que para el ladrillo patrón.

La elaboración del ladrillo sustituyendo la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 10% fue la siguiente:

Para la elaboración del ladrillo al 10% de sustitución, se usó 2.25 kg de arcilla + 0.25 kg de ceniza de carbón vegetal de arcilla más 40% de agua equivalente a 1000 ml por ladrillo.

Figura 19. Peso de la arcilla para ladrillos al 10%

Figura 20. Peso de las cenizas para ladrillos al 10%

Luego, se realizó el mismo procedimiento que para el ladrillo patrón.

Para la elaboración del ladrillo sustituyendo la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 15%:

Se usó 2.12 kg de arcilla + 0.38 kg de ceniza de carbón vegetal de arcilla más 46% de agua equivalente a 1150 ml por ladrillo.

Figura 21. Peso de la arcilla para ladrillos al 15%

Figura 22. Peso de las cenizas para ladrillos al 15%

Luego, se realizó el mismo procedimiento que para el ladrillo patrón.

Figura 23. Mezclas en muestras para el ladrillo patrón, 5%, 10% y 15%

3.5.1. Ensayos de laboratorio

- **Resistencia a la compresión**

La NTP 399.613 menciona:

En el punto 8.1.1, se ensayarán mínimo 5 especímenes de unidades medias secas de ancho y con alturas equivalentes al espécimen original.

A su vez, durante su procedimiento recalca el punto 8.3.2 que, la máquina donde se hace el ensayo debe satisfacer las exigencias habituales de práctica que especifica la norma ASTM E4.

En este caso, la cantidad de muestras fabricadas para el ensayo fueron de 20 unidades en total, 5 para la muestra patrón y 5 para cada muestra experimental (al 5%, 10% y 15%).

Las muestras fueron ensayadas a los 7 días después de su cocción.

Tabla 3. *Unidades de muestra para el ensayo de resistencia a la comprensión*

RESISTENCIA A LA COMPRENSIÓN				
Muestra	Patrón	5%	10%	15%
Día 7	5	5	5	5
Total	20 und.			

Fuente: Elaboración propia

- **Variación Dimensional**

Para la NTP 399.613: Según el punto 14.1, indica que se medirán de manera individual los especímenes con una regla de acero bien graduada de 30 cm, espacios divisorios de milímetros o calibrador con escala de 25 mm a 300 mm, con paralelismo en los cabezales.

El punto 14.2, exige ensayar 10 especímenes enteros y secos.

El punto 14.3, exige a través ambos extremos se debe medir el ancho de las caras desde el punto medio de los bordes donde limitan las caras. Además, se debe medir la altura para ambas caras y extremos desde los puntos medios de los bordes en los límites de las caras.

En este caso, se elaboraron un total de 40 unidades de ladrillos, 5 para la muestra patrón y 5 para cada muestra experimental (al 5%, 10% y 15%), con medidas de 9x13x24 cm para su ensayo respectivo.

Tabla 4. *Unidades de muestra para el ensayo de variación dimensional*

VARIACIÓN DIMENSIONAL				
	Patrón	5%	10%	15%
Día 7	10	10	10	10
Total	40 und.			

Fuente: Elaboración propia

- **Alabeo**

En la NTP 399.613 explica que para la medida del alabeo:

Según el punto 15.1, los aparatos a usar pueden ser varillas con borde recto de acero, regla graduada del mismo material o una superficie, de acero o vidrio, pero plana.

En el punto 15.2, exige emplear una cantidad de 5 especímenes seleccionadas para determinar el tamaño.

Para este ensayo, se fabricaron 20 unidades en total, 5 para la muestra patrón y 5 para cada muestra experimental (al 5%, 10% y 15%).

Tabla 5. *Unidades de muestra para el ensayo de alabeo*

ALABEO				
	Patrón	5%	10%	15%
Día 7	5	5	5	5
Total	20 und.			

Fuente: Elaboración propia

- **Absorción**

La NTP 399.613, para unidades de albañilería, menciona que:

Se pesarán y ensayarán 5 especímenes en una prueba de sumersión de 5 a 24 horas como indican los puntos 9.1, 9.2 y 9.3.

Para este ensayo, se fabricaron un total de 20 unidades, 5 para la muestra patrón y 5 para cada muestra experimental (al 5%, 10% y 15%).

El punto 9.3.1.2 exige sumergir en agua limpia con una temperatura entre los 15,5° a 30° con una duración de 24 horas (en este caso) para luego retirar el espécimen y pesarlo entre los cinco minutos

después de haberlos sacado del agua. Finalmente, se realizará el cálculo e informe de cada espécimen.

Tabla 6. *Unidades de muestra para el ensayo de absorción*

ABSORCIÓN				
	Patrón	5%	10%	15%
Dia 7	5	5	5	5
Total	20 und.			

Fuente: elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Los datos adquiridos, por los diferentes ensayos físico-mecánicas realizadas al ladrillo tipo V sustituyendo la arcilla parcialmente por ceniza de carbón vegetal, fueron recolectados y desarrollados mediante los procedimientos estandarizados por la NTP 399.613 quienes fueron procesados y graficados mediante el software de Microsoft Excel.

En cuanto a la contrastación de hipótesis para responder al objetivo general se usó el programa estadístico R Studio para comprobar las condiciones necesarias y de esta manera elegir una prueba paramétrica o no paramétrica.

Para el caso de la normalidad se usó la prueba de Shapiro-Wilk y para el caso de homogeneidad de varianza se usó la prueba de Levene para todas las dimensiones correspondientes al objetivo general.

Asimismo, se realizó la prueba ANOVA y de comparaciones múltiples usando el programa estadístico MINITAB versión 19. Y, para el caso de la prueba de Kruskal Wallis se hizo uso del programa R Studio.

Finalmente, se pudo determinar las propiedades finales de nuestras unidades en investigación, y sus resultados fueron representados mediante tablas y gráficas para su interpretación y poder resolución de las hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos que fueron aplicados en el proyecto de investigación son:

Autonomía: La participación de los autores para el desarrollo del proyecto de investigación fue de carácter voluntaria.

Cuidado del medio ambiente y biodiversidad: El insumo empleado para la sustitución de la arcilla es un residuo que al ser desechado al medio ambiente se convierte en material contaminante. Mediante este proyecto de investigación, para una futura aplicación, reduciría la emisión de este producto al ecosistema.

Integridad Humana: Según el objetivo general en el proyecto de investigación, podremos determinar la viabilidad de realizar en un futuro esta opción de mejora en la construcción.

Libertad: El proyecto de investigación cuenta con objetividad y veracidad de los resultados, constatados mediante las normativas señaladas.

Respeto de la propiedad intelectual: Toda información e ideas que se utilizó de terceras personas para sustentar el proyecto, cuentan con sus respectivas citas y referencias bibliográficas. Se parafrasea la información para reducir el índice de plagio.

Responsabilidad: Los autores asumen la responsabilidad del impacto que tendrá el proyecto.

Transparencia: El presente proyecto, será de acceso libre para su posterior uso, previas evaluaciones y aprobaciones.

El proyecto de investigación, se desarrolló considerando el artículo 22 de la Ley Universitaria 30220 de acuerdo a los lineamientos de los códigos de ética aprobado mediante Resolución de Consejo Universitario N° 126-2022/UCV el 23 de agosto del 2022, a los cuales los autores están totalmente regidos y comprometidos con su aplicación.

IV. RESULTADOS

4.1. Composición química por elementos de la ceniza de carbón vegetal

Para una muestra de 500 gr, bajo el estudio de espectroscopia de fluorescencia de rayos X se obtuvo el siguiente resultado de composición química de ceniza.

4.1.1. Análisis de la composición química por elementos de la ceniza de carbón vegetal

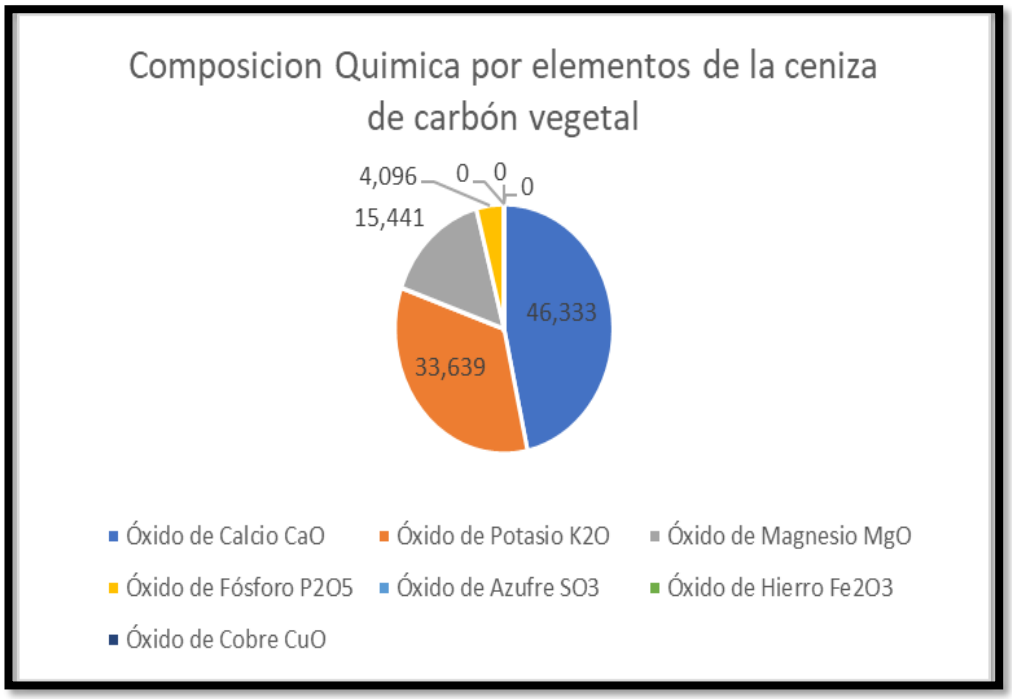


Figura 24. Análisis químico de la ceniza de carbón vegetal

Interpretación: En la presente figura 25, se puede apreciar los resultados del ensayo químico realizado a 500 gr. de ceniza de carbón vegetal como muestra. En los presentes resultados podemos apreciar tres elementos resaltantes como el Óxido de Potasio (K_2O) con un 33.33%, el Óxido de Magnesio (MgO) con 15.44% y el Óxido de Calcio (CaO) el más representativo con un alto porcentaje de 46,33%, el cual, indica obtener variación en la absorción de la unidad de albañilería resultados en cuanto al objetivo general del proyecto.

4.1.2. Análisis de la composición química por elementos de la arcilla

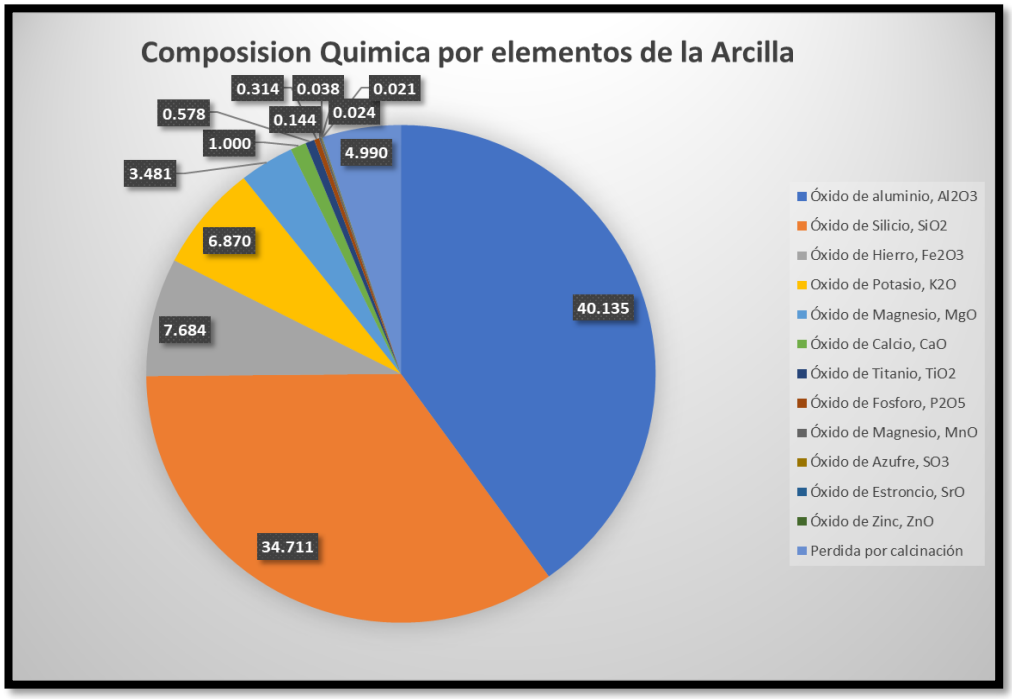


Figura 25. Análisis químico de la arcilla

Interpretación: En la presente figura 25, se puede apreciar los resultados del ensayo químico realizado a 500 gr. de arcilla como muestra. En los presentes resultados podemos apreciar tres elementos resaltantes como el Óxido de Aluminio (Al_2O_3) con un 40.135%, el Óxido de Silicio (SiO_2) con 34.711% y el Óxido de Hierro (Fe_2O_3) con el 7,684% de porcentaje, las cuales, aportarían favorablemente en la elaboración de los ladrillos, tanto para el patrón como los experimentales.

4.2. Realizar el análisis granulométrico y determinar el índice de plasticidad de la arcilla y de la ceniza de carbón vegetal

4.2.1. Análisis Granulométrico de la arcilla

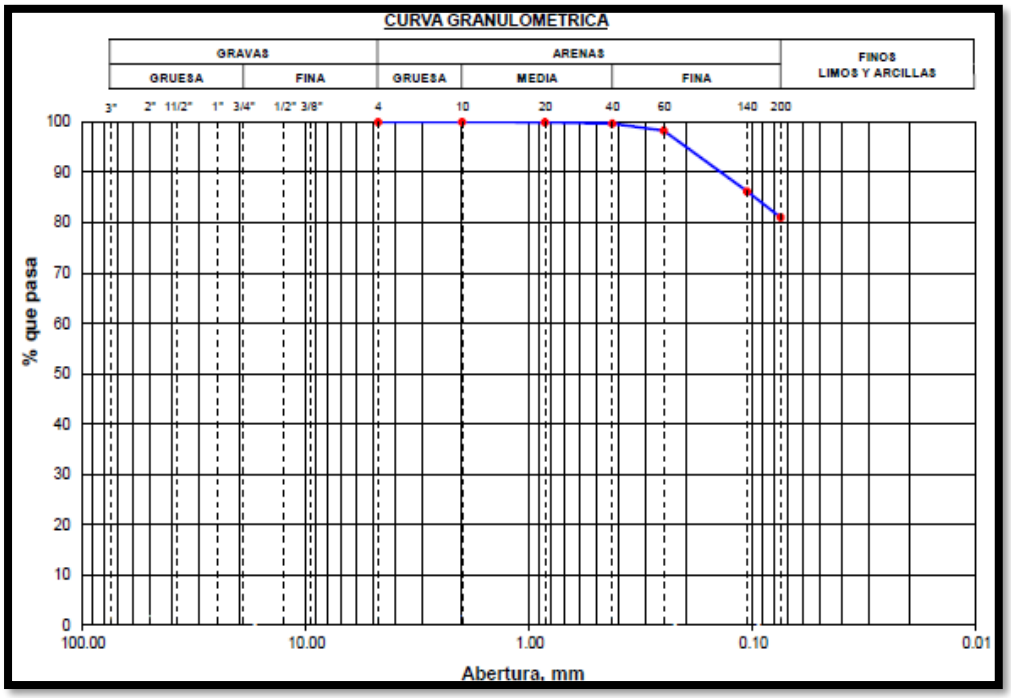


Figura 26. Curva Granulométrica de la muestra de arcilla

Interpretación: En base a la figura 26, con una muestra de 500.1 gr desde el tamiz N° 4 y el tamiz N° 20 el porcentaje que pasa es del 100% a partir del tamiz N° 40 empieza a tener una leve retención progresiva hasta el tamiz N° 200, la cual correspondería a un contenido de arena en la muestra del 18.96%, además, se observa que el porcentaje pasante por el tamiz N° 200 es del 81.04% lo cual indica que la muestra en su mayoría representa a un material fino.

4.2.2. Ensayo Límite Líquido – Límite plástico de la arcilla

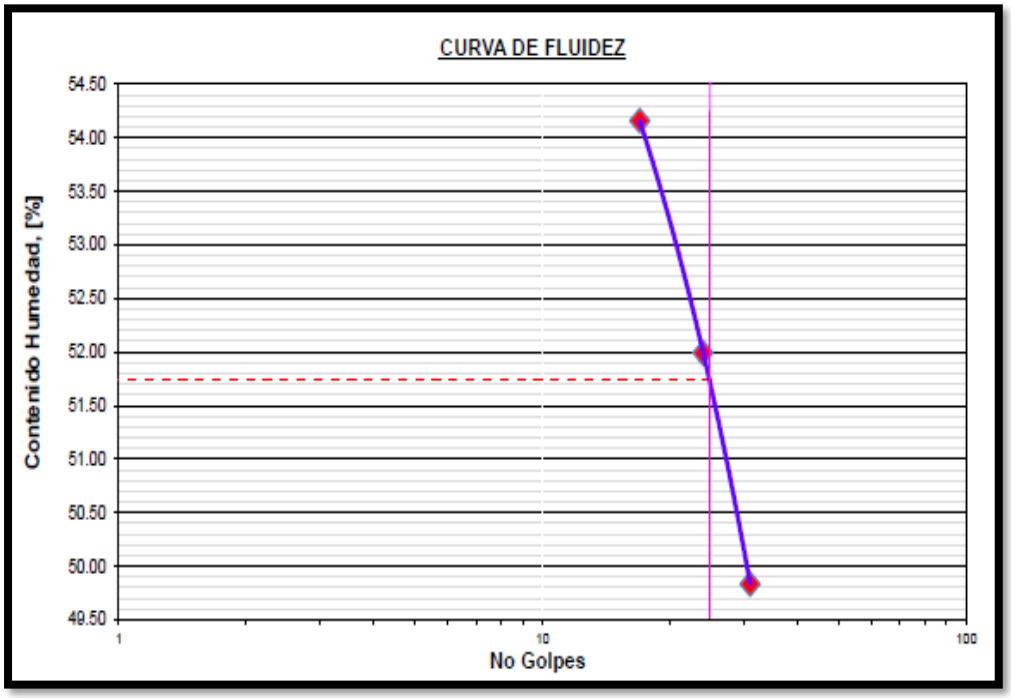


Figura 27. Curva de Fluidez de la muestra de arcilla

Interpretación: En la figura 27, se observa la curva de fluidez de la muestra de la arcilla, la cual se realizó con la finalidad de encontrar su límite líquido de la muestra, en 3 ensayos, la primera teniendo un resultado de 52.10% de humedad con 18 golpes, el segundo se obtuvo el 50.61% de humedad con 24 golpes y el tercero con 48.86% de humedad con 31 golpes, obteniendo un LL del 50.1% y LP de 27.4% teniendo como resultado un índice de plasticidad de la muestra de 22.7%.Con estos datos, según el sistema de clasificación SUCS, la muestra se puede clasificar como un “CH” Arcilla densa con arena (arcilla con alta plasticidad), el cual, es un buen indicador para la elaboración de la unidad de ladrillo.

4.2.3. Análisis granulométrico de la muestra sustituida al 5% por ceniza de carbón vegetal.

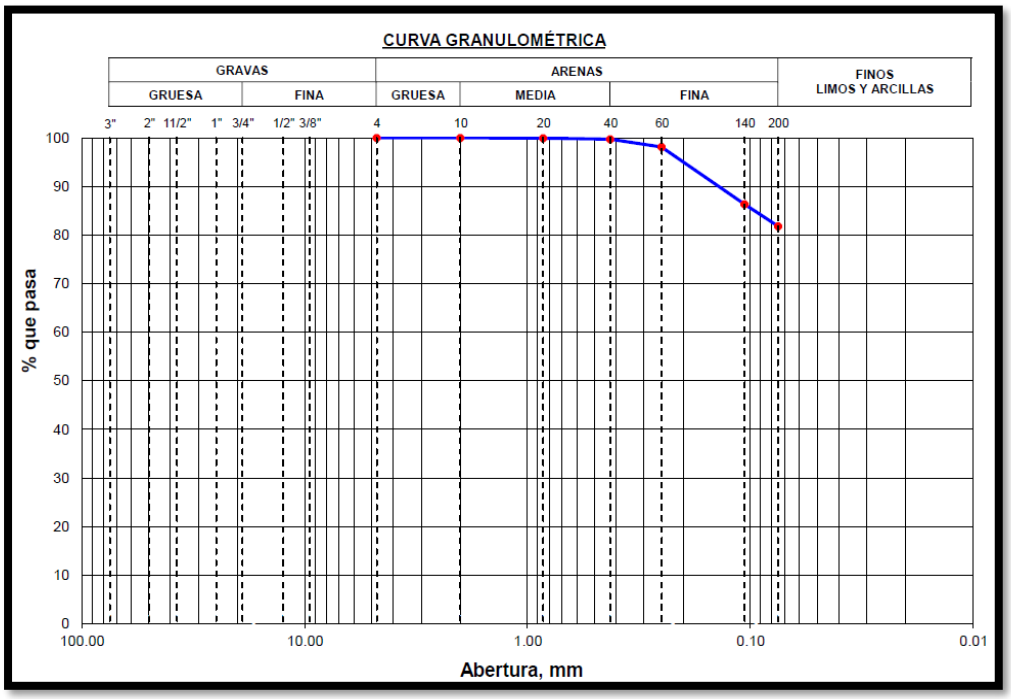


Figura 28. Curva granulométrica de la muestra sustituida al 5% por ceniza de carbón vegetal

Interpretación: En base a la figura 28, con una muestra de 519.8 gr, desde el tamiz N° 4 y el tamiz N° 20 el porcentaje pasante es del 100% a partir del tamiz N° 40 empieza a tener una leve retención progresiva hasta el tamiz N° 200, la cual corresponde a un contenido de arena en la muestra del 18.20%, además, se observa que el porcentaje pasante por el tamiz N° 200 es del 81.80% lo cual indica que la muestra en su mayoría representa a un material fino.

4.2.4. Ensayo Límite Líquido – Límite plástico de la muestra sustituida al 5% por ceniza de carbón vegetal

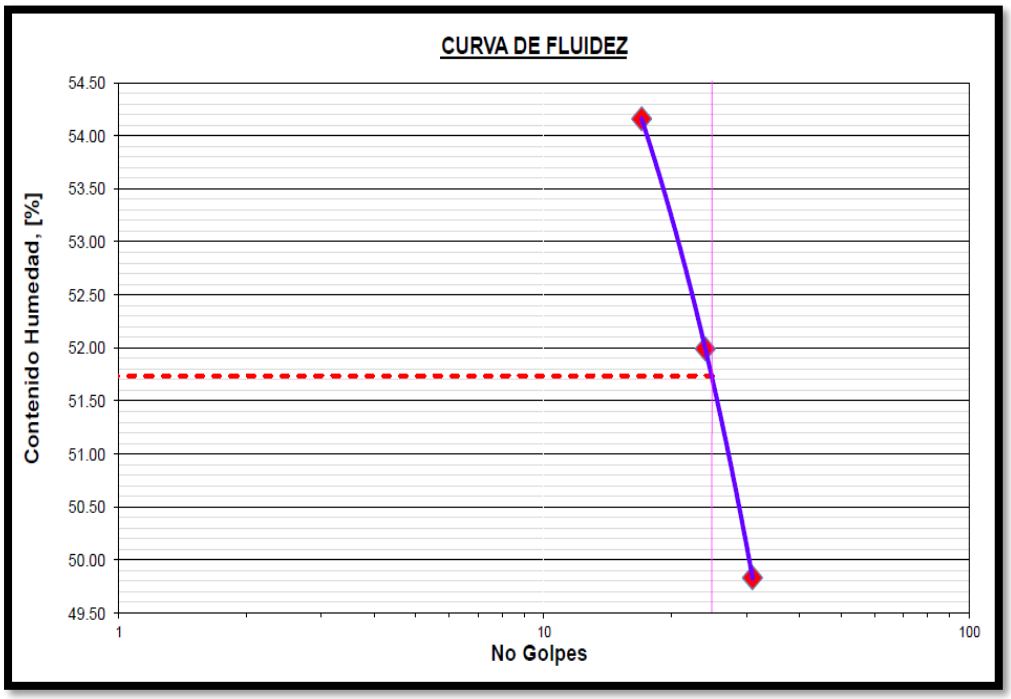


Figura 29. Curva de fluidez de la muestra sustituida al 5% por ceniza de carbón vegetal

Interpretación: En la figura 29 se observa la curva de fluidez de la muestra de la arcilla, la cual se realizó con la finalidad de encontrar su límite líquido de la muestra, en 3 ensayos, la primera teniendo un resultado de 54.16% de humedad con 17 golpes, el segundo se obtuvo el 51.99% de humedad con 24 golpes y el tercero con 49.83% de humedad con 31 golpes, obteniendo un LL de la muestra de 51.7% y LP de 25.3% teniendo como resultado un índice de plasticidad de la muestra de 26.5%.Con estos datos, según el sistema SUCS, la muestra se puede clasificar como un “CH” Arcilla densa con arena (arcilla con alta plasticidad), el cual, es un buen indicador para obtener buenos resultados en cuanto a los objetivos planteados.

4.2.5. Análisis granulométrico de la muestra sustituida al 10% por ceniza de carbón vegetal

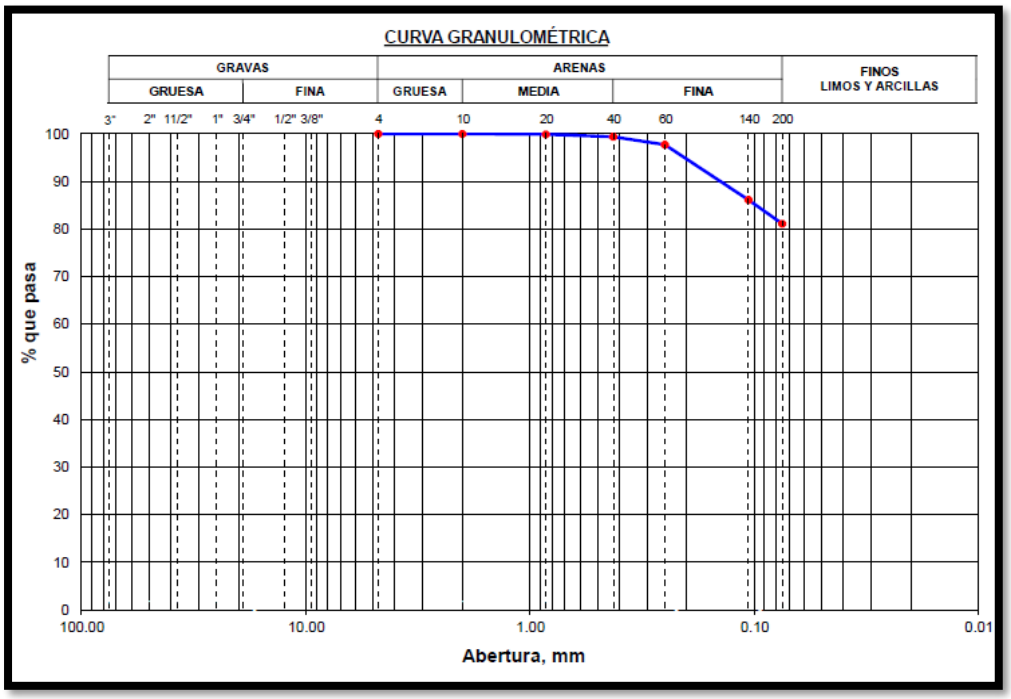


Figura 30. Curva Granulométrica de la muestra sustituida al 10% por ceniza de carbón vegetal

Interpretación: En base a la figura 30, con una muestra de 501.0 gr, desde el tamiz N° 4 y el tamiz N° 20 el porcentaje pasante es del 100% a partir del tamiz N° 40 empieza a tener una leve retención progresiva hasta el tamiz N° 200, la cual corresponde a un contenido de arena en la muestra del 18.89%, además, se observa que el porcentaje pasante por el tamiz N° 200 es del 81.11% lo cual indica que la muestra en su mayoría representa a un material fino.

4.2.6. Ensayo Límite Líquido – Límite plástico de la muestra sustituida al 10% por ceniza de carbón vegetal

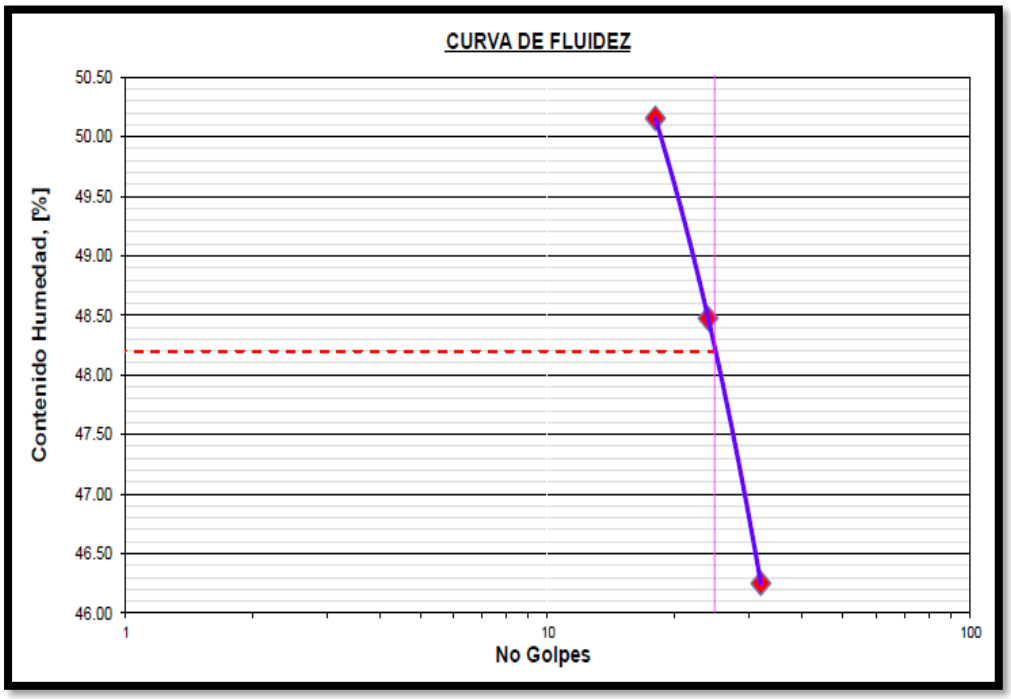


Figura 31. Curva de Fluidez de la muestra sustituida al 10 % por ceniza de carbón vegetal

Interpretación: En la figura 31 se observa la curva de fluidez de la muestra de la arcilla, la cual se realizó con la finalidad de encontrar su límite líquido de la muestra, en 3 ensayos, la primera teniendo un resultado de 50.15% de humedad con 18 golpes, el segundo se obtuvo el 48.48% de humedad con 24 golpes y el tercero con 46.25% de humedad con 32 golpes, obteniendo un LL de 48.2% y LP de 23.9% teniendo como resultado un índice de plasticidad de la muestra de 24.3%.Con estos datos, según el sistema SUCS, la muestra se puede clasificar como un “CL” Arcilla Ligera con arena (arcilla con baja plasticidad), el cual, indica cambios en las propiedades de la unidad de albañilería.

4.2.7. Análisis granulométrico de la muestra sustituida al 15 % por ceniza de carbón vegetal

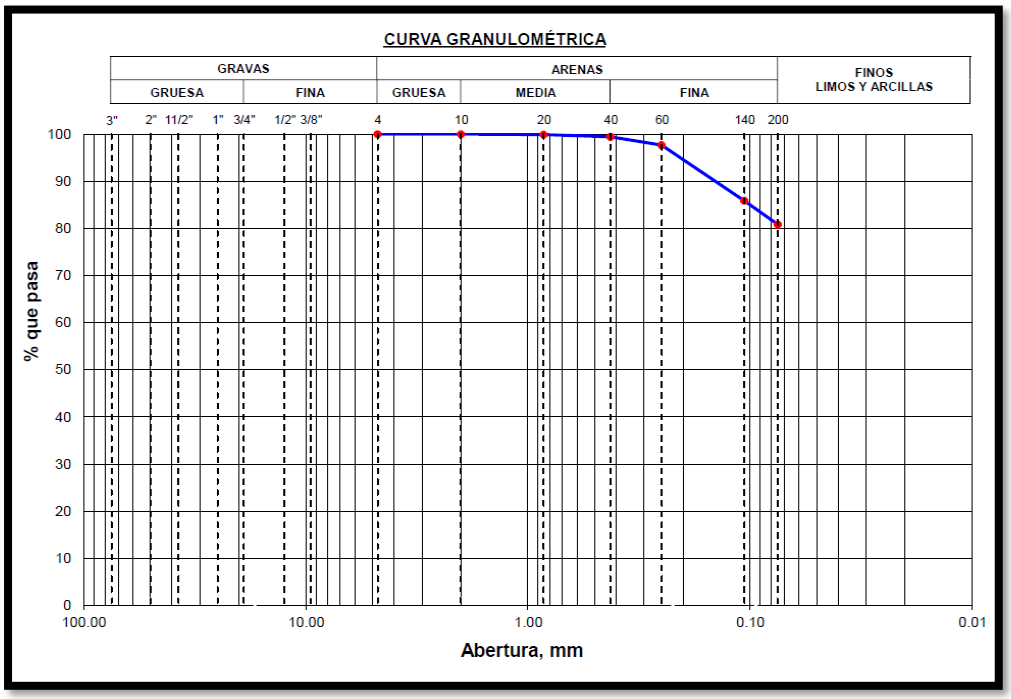


Figura 32. Curva Granulométrica de la muestra sustituida al 15% por ceniza de carbón vegetal

Interpretación: En base a la curva granulométrica de la figura 32, con una muestra de 504.1 gr, desde el tamiz N° 4 y el tamiz N° 20 el porcentaje pasante es del 100% a partir del tamiz N° 40 empieza a tener una leve retención progresiva hasta el tamiz N° 200, la cual corresponde a un contenido de arena en la muestra del 19.17%, además, se observa que el porcentaje pasante del el tamiz N° 200 es de 80.83% lo cual indica que la muestra en su mayoría representa a un material fino.

4.2.8. Ensayo Límite Líquido – Límite plástico de la muestra sustituida al 15% por ceniza de carbón vegetal

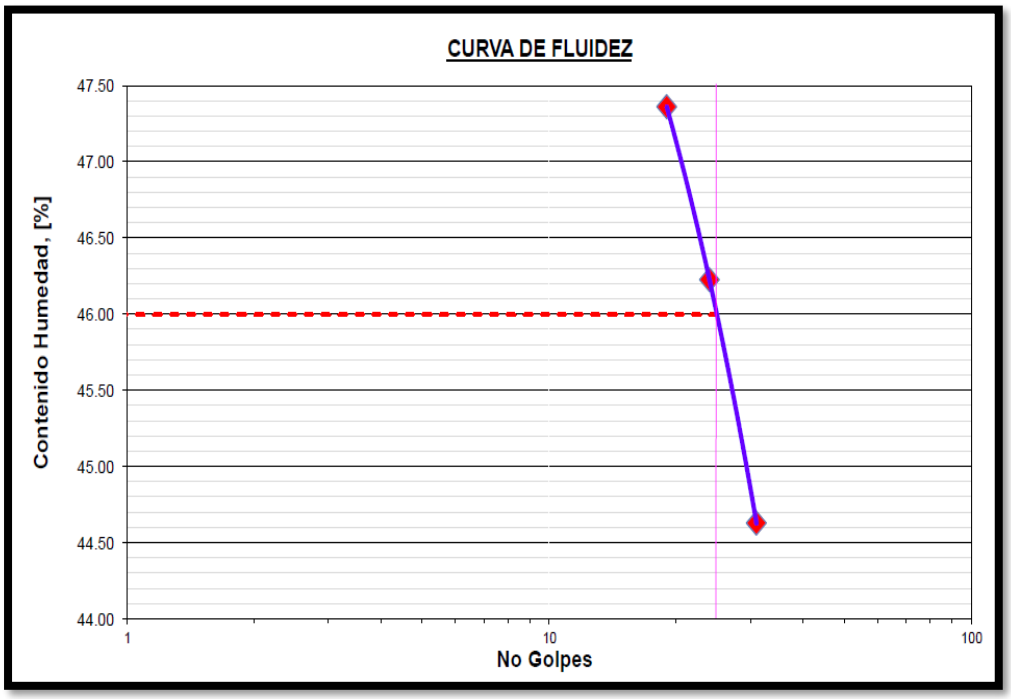


Figura 33. Curva de Fluidez de la muestra sustituida al 15% por ceniza de carbón vegetal

Interpretación: En la figura 33 se observa la curva de fluidez de la muestra de la arcilla, la cual se realizó con la finalidad de encontrar su límite líquido de la muestra, en 3 ensayos, la primera teniendo un resultado de 47.36% de humedad con 19 golpes, el segundo se obtuvo el 46.23% de humedad con 24 golpes y el tercero con 44.63% de humedad con 31 golpes, obteniendo un LL de 46.0% y LP de 22.7% teniendo como resultado un índice de plasticidad de la muestra de 23.3%.Con estos datos, según el sistema SUCS, la muestra se puede clasificar como un “CL” Arcilla Ligera con arena (arcilla con baja plasticidad), el cual, indica cambios en las propiedades de las unidades.

4.3. Determinar la resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción del ladrillo patrón y del experimental en sus diferentes porcentajes de sustitución.

4.3.1. Resistencia a la compresión para el ladrillo patrón

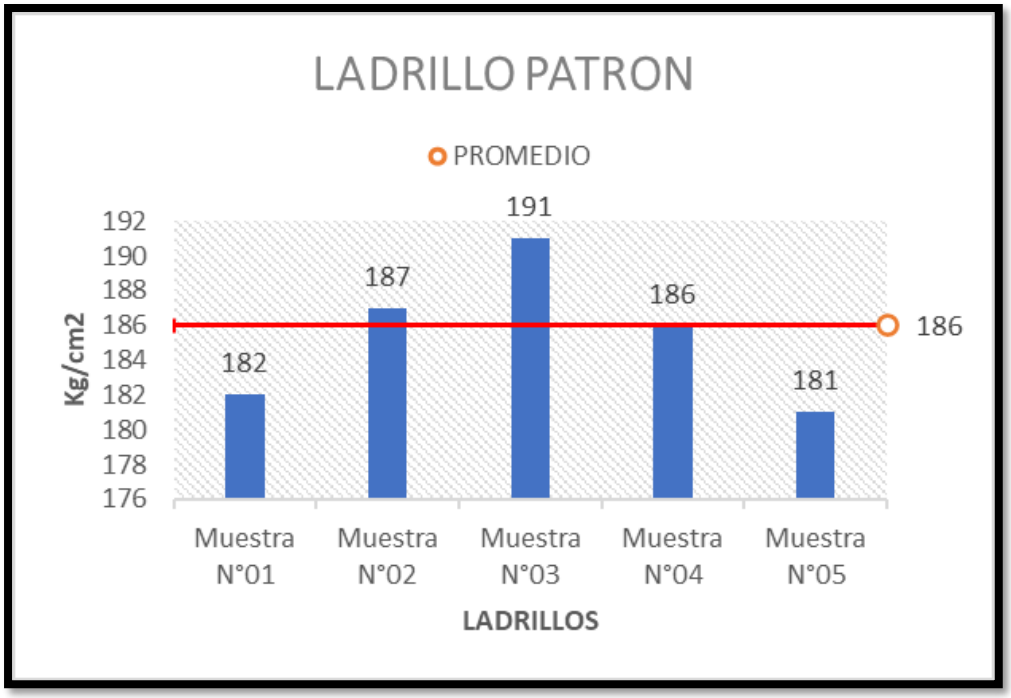


Figura 34. Resistencia a la comprensión de los ladrillos patrón

Interpretación: En la figura 34, se plasma los resultados del ensayo de resistencia a la compresión según la NTP 399.613, en las cuales se puede observar el cumplimiento de la Norma E.070- albañilería, para un ladrillo tipo V, la resistencia supera los 180 kg/cm2, obteniendo un resultado promedio de los 5 especímenes ensayadas de 186 kg/cm2 para el ladrillo patrón.

4.3.2. Resistencia a la compresión para el ladrillo experimental al 5%

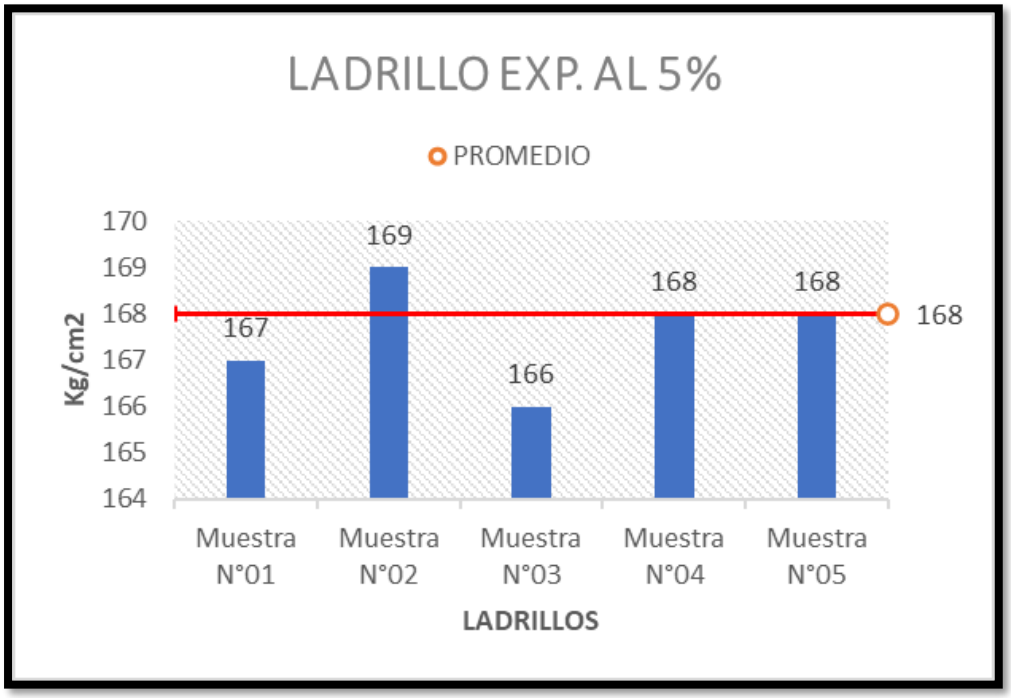


Figura 35. Resistencia a la comprensión del ladrillo experimental al 5%

Interpretación: En la figura 35, se plasma los resultados del ensayo de resistencia a la compresión según la NTP 399.613, en las cuales se puede observar el incumplimiento de la Norma E.070- albañilería, para un ladrillo tipo V, la resistencia es inferior los 180 kg/cm2, obteniendo un resultado promedio de los 5 especímenes ensayadas de 168 kg/cm2 para el ladrillo experimental sustituido al 5% de arcilla por ceniza de carbón vegetal.

4.3.3. Resistencia a la compresión para el ladrillo experimental al 10%

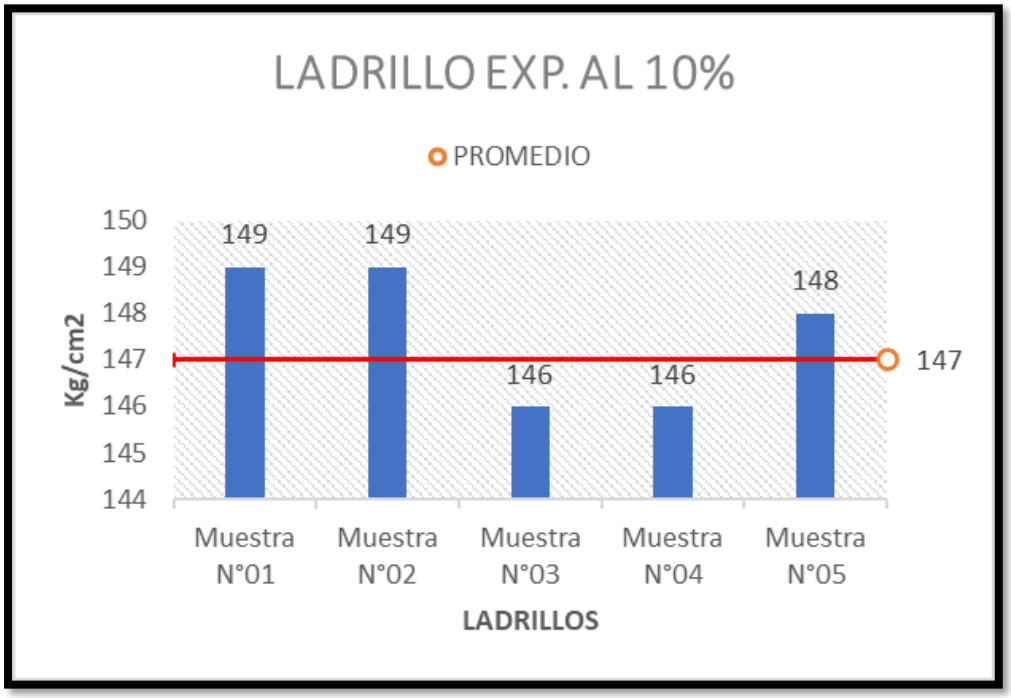


Figura 36. Resistencia a la compresión de ladrillo experimental al 10%

Interpretación: En figura 36, se plasma los resultados del ensayo de resistencia a la compresión según la NTP 399.613, en las cuales se puede observar el incumplimiento de la Norma E.070- albañilería, para un ladrillo tipo V, la resistencia es inferior los 180 kg/cm2, obteniendo un resultado promedio de los 5 especímenes ensayadas de 147 kg/cm2 para el ladrillo experimental sustituido al 5% de arcilla por ceniza de carbón vegetal.

4.3.4. Resistencia a la compresión para el ladrillo experimental al 15%

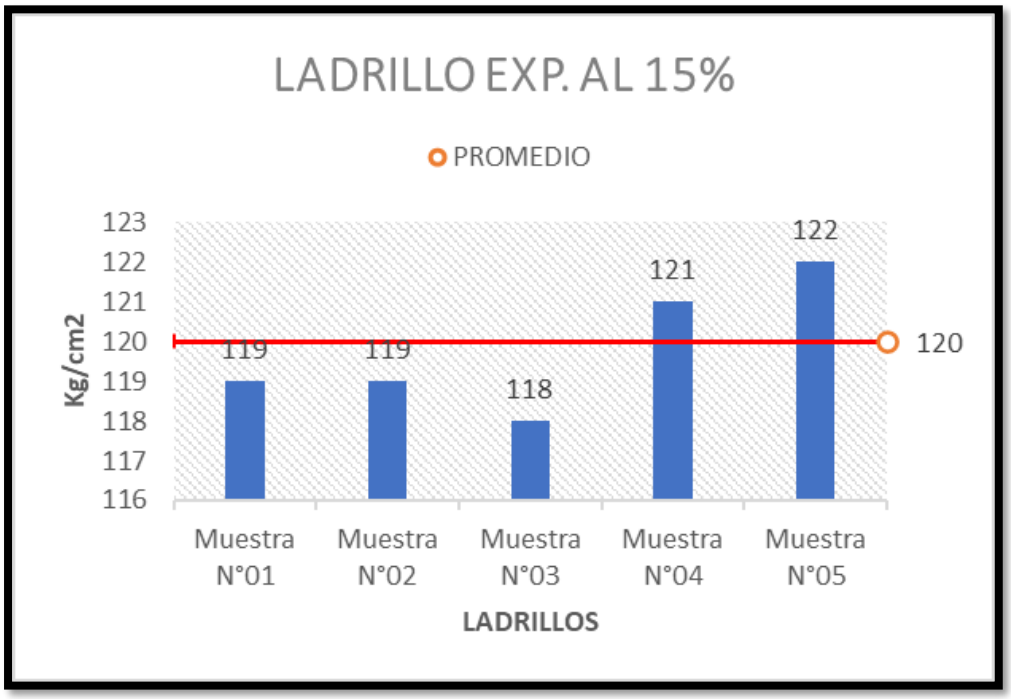


Figura 37. Resistencia a la comprensión de ladrillo experimental al 15%

Interpretación: En la figura 37, se plasma los resultados del ensayo de resistencia a la compresión según la NTP 399.613, en las cuales se puede observar el incumplimiento de la Norma E.070- albañilería, para un ladrillo tipo V, la resistencia es inferior los 180 kg/cm2, obteniendo un resultado promedio de los 5 especímenes ensayadas de 120 kg/cm2 para el ladrillo experimental sustituido al 5% de arcilla por ceniza de carbón vegetal.

4.3.5. Resumen de resultados de resistencia a la compresión

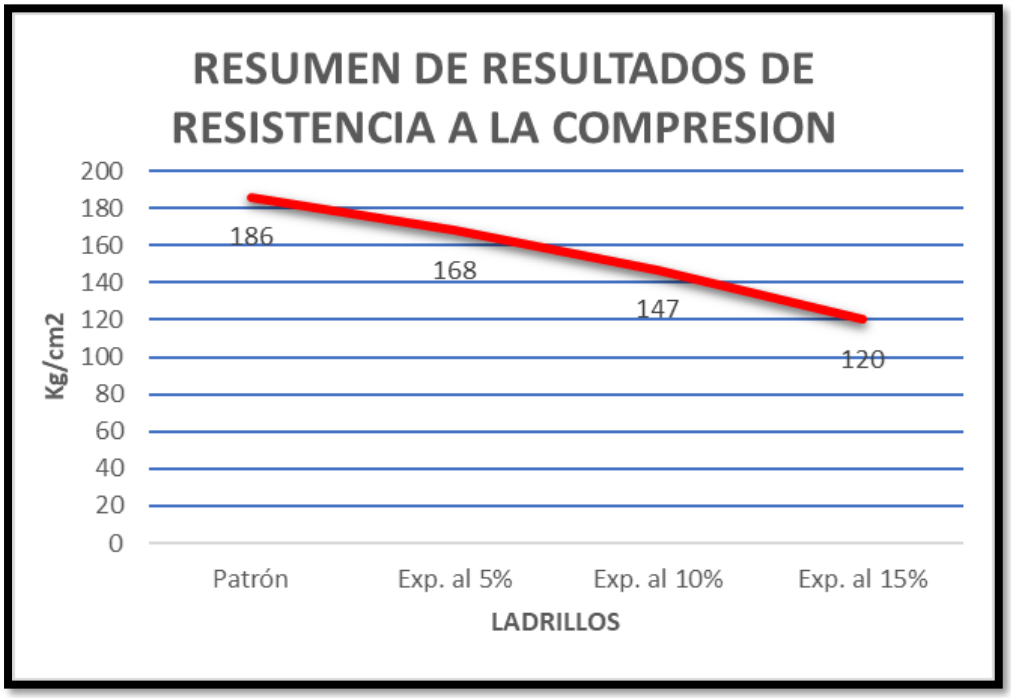


Figura 38. Resumen de resultados de resistencia a la comprensión

Interpretación: En la figura 38, se plasma el resumen de resultados correspondientes a la resistencia a la compresión del ladrillo patrón y experimentales. Se puede apreciar que el ladrillo patrón cumple con el requisito establecido en la norma E.070 de albañilería, superando los 180 kg/cm2 con 186 kg/cm2, Sin embargo, al ser sustituido la arcilla por ceniza de carbón vegetal en 5%, 10% y 15%, esta resistencia se reduce significativamente en 168, 147 y 120 kg/cm2 respectivamente.

4.3.6. Resumen de resultados de ensayos de alabeo

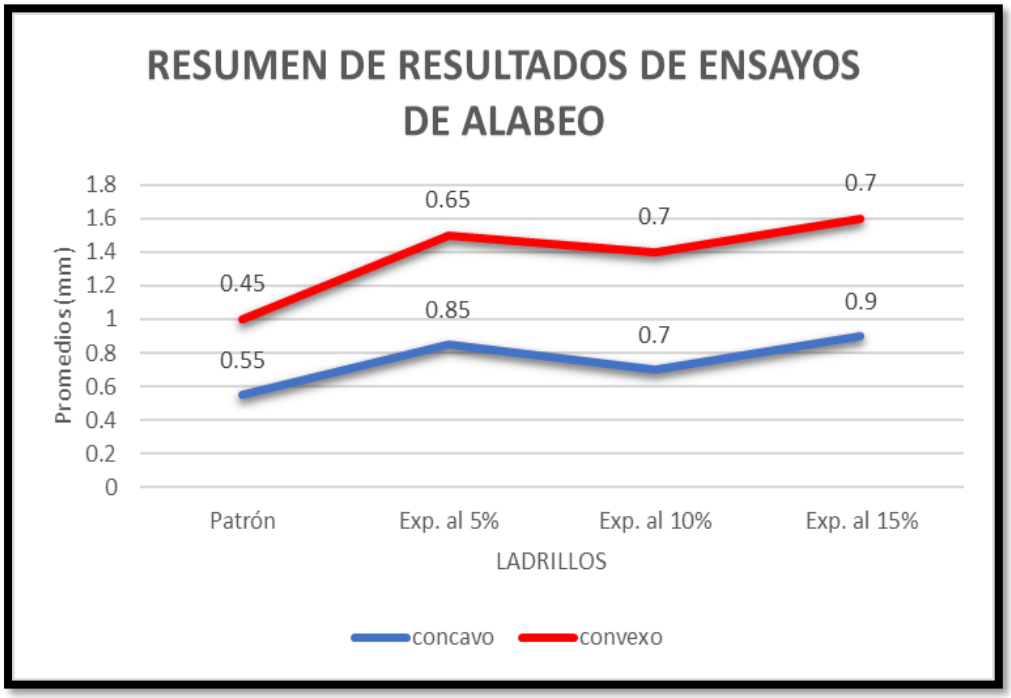


Figura 39. Resumen de resultados de ensayos de alabeo

Interpretación: En la figura 39, se plasma el resumen de resultados correspondiente al ensayo de alabeo ladrillo patrón y experimentales. En el gráfico, se puede apreciar para el ladrillo patrón una concavidad de 0.55mm y convexidad de 0.45mm; el ladrillo sustituido al 5% presenta con concavidad de 0.85 mm y convexidad del 0.65 mm; el ladrillo sustituido al 10% presenta con concavidad y convexidad del 0.70 mm y finalmente el ladrillo sustituido al 15% presenta con concavidad de 0.90 mm y convexidad del 0.70 mm. Estos resultados cumplen con la norma E070 de albañilería, la cual establece no exceder los 2 mm de curvatura en la unidad.

4.3.7. Resumen de resultados de ensayos de absorción

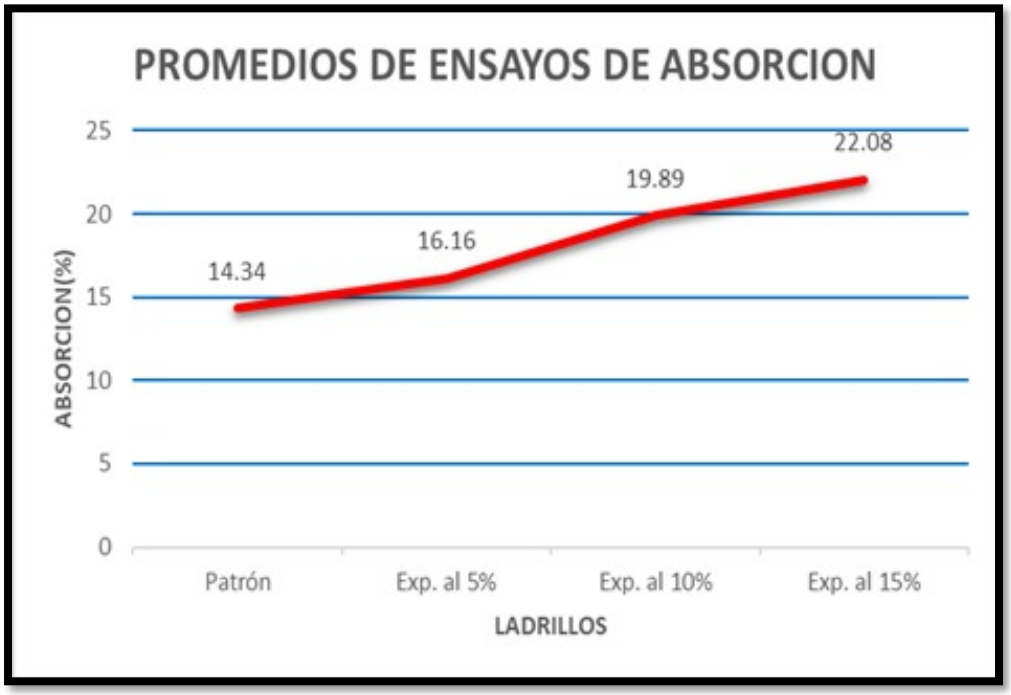


Figura 40. Promedios de absorción

Interpretación: En la figura 40, se muestra el resumen de resultados correspondiente al ensayo de absorción del ladrillo patrón y los experimentales. En el gráfico, se puede apreciar el porcentaje de absorción para el ladrillo patrón del 14.34%; para los ladrillos experimentales se correspondientes al 5%, 10% y 15%, se aprecia un aumento progresivo de absorción en las unidades del 16.16%, 19.89% y del 22.08% progresivamente. Cabe recalcar que estos valores corresponden a los cinco valores promedios de cada grupo de ladrillos tanto patrón como experimentales.

4.3.8. Resumen de resultados variación dimensional

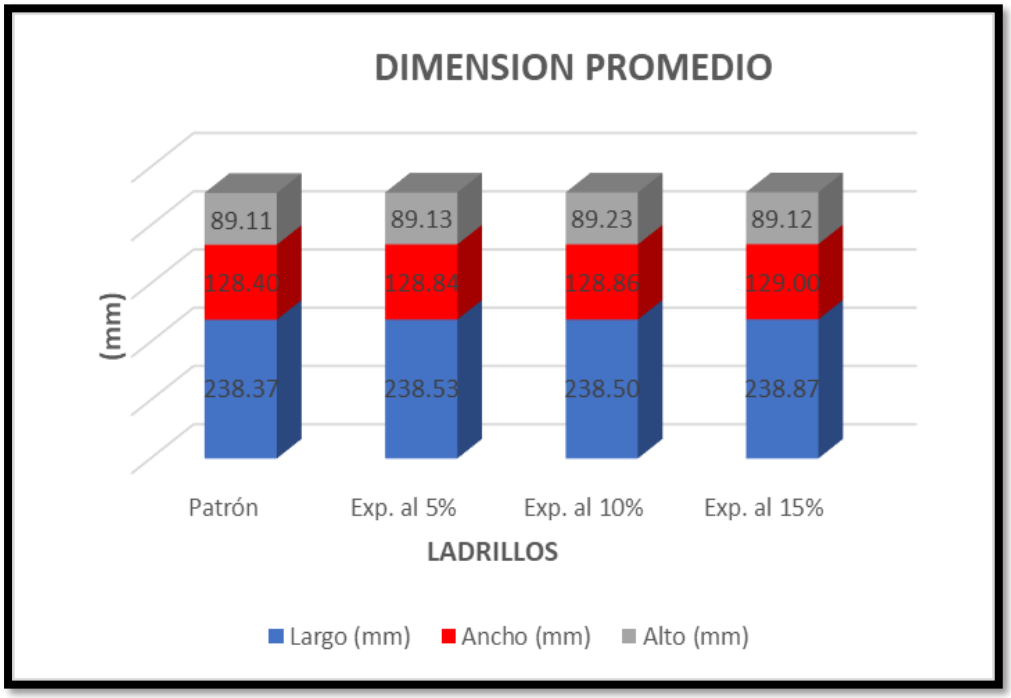


Figura 41. Dimensión promedio del ladrillo patrón y experimentales

Interpretación: En la figura 41, se muestra la dimensión promedio de cada grupo de unidades de albañilería, tanto para el patrón como para los experimentales. Esto, en base a las dimensiones de diseño de 24*13*9 cm de la unidad. Estos resultados son principalmente para encontrar la variación dimensional dentro de los parámetros que exige la norma E070.

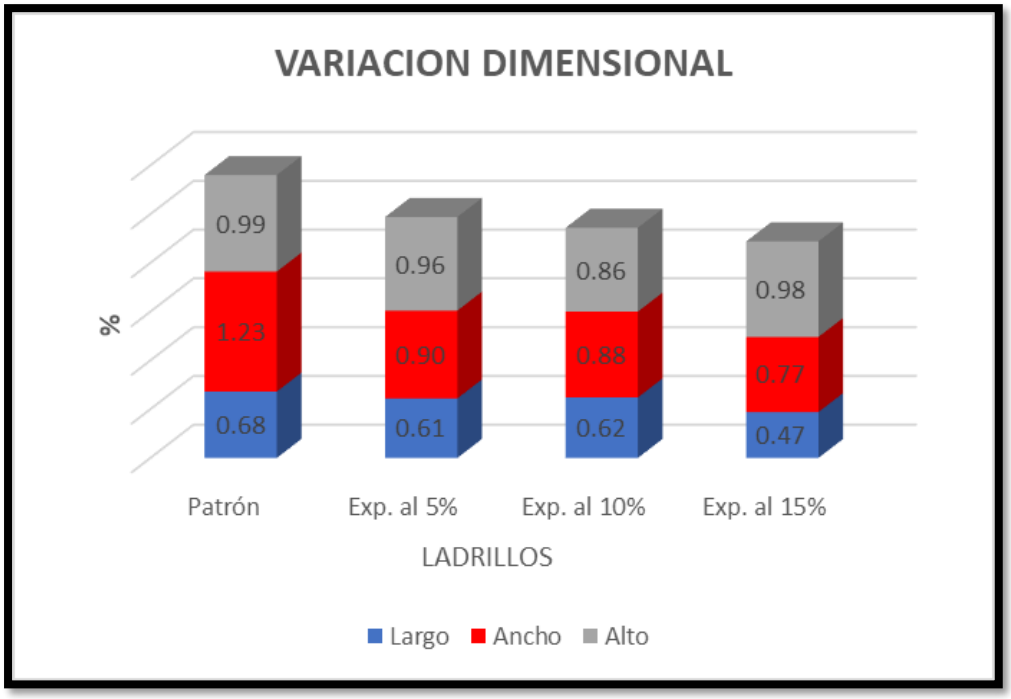


Figura 42. Variación dimensional del ladrillo patrón y experimentales

Interpretación: En la figura 42, se muestra la variación dimensional de cada grupo de unidades de albañilería, tanto para el patrón como para los experimentales. Obteniendo como resultados para el ladrillo patrón, de un largo de 0.68%, ancho de 1.23% y alto de 0.99%, dimensiones aceptadas para un ladrillo tipo V, según la norma E070. Además, se puede observar una reducción de variación porcentual progresiva con las unidades experimentales con respecto al ladrillo patrón, principalmente en su Ancho, para el alto y largo, también reduce su variación dimensional de las unidades, pero en menor significancia.

4.4. Análisis estadístico (contrastación de hipótesis)

Para responder al objetivo general, se empleó una prueba estadística el cual indicará las diferencias significativas entre las diversas propiedades físico-mecánicas según los tratamientos (ladrillos experimentales) de estudio. Antes de realizar la prueba correspondiente, se realizó pruebas previas para determinar si se usará una prueba paramétrica o una prueba no paramétrica. Tales pruebas son de normalidad de datos y homogeneidad de las varianzas.

4.4.1. **Dimensión: Resistencia a la compresión**

Tabla 7. *Pruebas previas*

	Estadístico	**p-valor**
Normalidad	0.953	0.414
Homogeneidad de varianza	2.26	0.121

Fuente: elaboración propia

En la tabla 7 se observa que tanto la prueba de normalidad como la de homogeneidad de varianzas se cumplen. Por lo tanto, es aplicable una prueba paramétrica como el ANOVA y para las comparaciones múltiples la de TUKEY (siempre y cuando se rechace la hipótesis nula de la prueba de ANOVA).

PRUEBA ANOVA

- Hipótesis para la ANOVA
  - H_0: Son iguales todas las medias
  - H_1: No son iguales todas las medias
- Tolerancia:

  $\alpha = 0.05$

- Estadístico de prueba:

Tabla 8. *Análisis de varianza*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	11883.4	3961.13	701.09	0
Error	16	90.4	5.65		
Total	19	11973.8			

Fuente: elaboración propia

- Criterio de decisión y conclusión:

El Valor p < 0.05 fue rechazado por la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye:

Que al 5% de tolerancia, se evidencia estadísticamente que se rechaza la hipótesis nula (Valor p < 0.05); por lo que se puede concluir que, de las muestras, no todas las medias en estudio son idénticas.

Al rechazarse la hipótesis nula de la prueba de ANOVA aplicaremos la prueba estadística de TUKEY con la cual determinaremos la diferencia significativa que se encuentren en las muestras de estudio.

Comparaciones múltiples de TUKEY

Tabla 9. Prueba de Tukey

Factor	N	Media	Agrupación			
Patrón	5	185.4	A			
5%	5	167.6		B		
10%	5	147.6			C	
15%	5	119.8				D

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 9, se evidencian diferencias significativas entre todos los grupos estudiados. Es decir, existen diferencias entre la muestra patrón y los diversos tratamientos (5%, 10% y 15%). Así también, se aclara

que aquellas medias que no comparten una letra son diferentes en gran significancia.

Tabla 10. *Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias*

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
5% - Patrón	-17.8	1.5	(-22.11, -13.49)	-11.84	0
10% - Patrón	-37.8	1.5	(-42.11, -33.49)	-25.14	0
15% - Patrón	-65.6	1.5	(-69.91, -61.29)	-43.64	0
10% - 5%	-20	1.5	(-24.31, -15.69)	-13.3	0
15% - 5%	-47.8	1.5	(-52.11, -43.49)	-31.8	0
15% - 10%	-27.8	1.5	(-32.11, -23.49)	-18.49	0

Fuente: elaboración propia

En la tabla 10, se evidencian las diferencias significativas en todas las combinaciones de las variables de estudio. La muestra patrón con respecto a las muestras con los tratamientos es significativamente diferentes entre sí (Valor p ajustado < 0.05). También se puede observar que hay diferencias significativas entre las pruebas experimentales en todas sus combinaciones (Valor p ajustado < 0.05). Así mismo, se menciona que el nivel de confianza individual=98.87%.

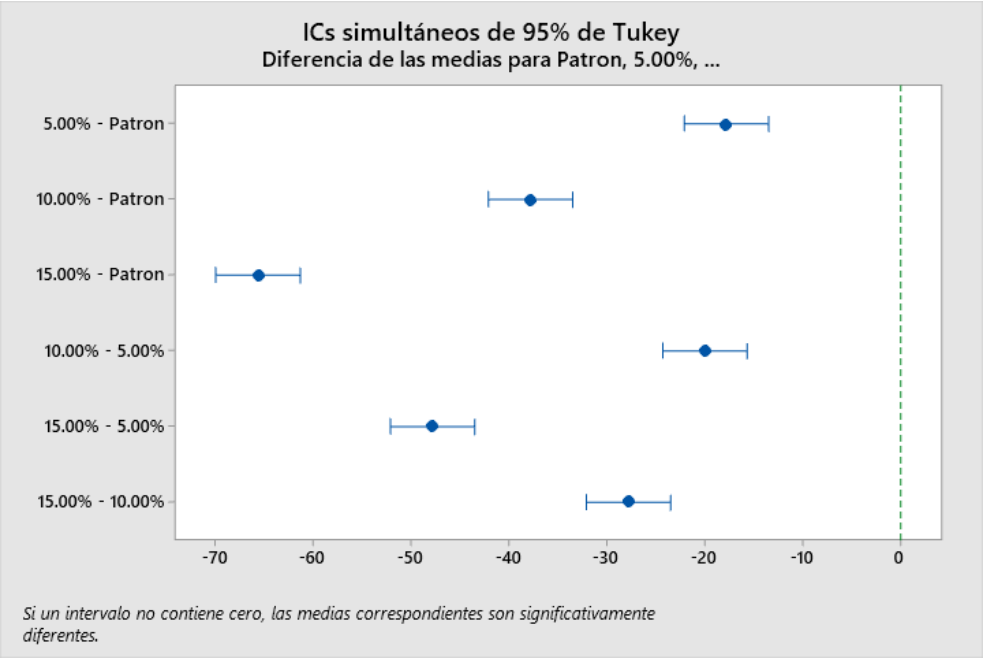


Figura 43. Intervalos de confianza de las diferencias entre los grupos

En la figura 43, se observa que todos los intervalos son significativamente diferentes ya que no incluye el 0 en su rango.

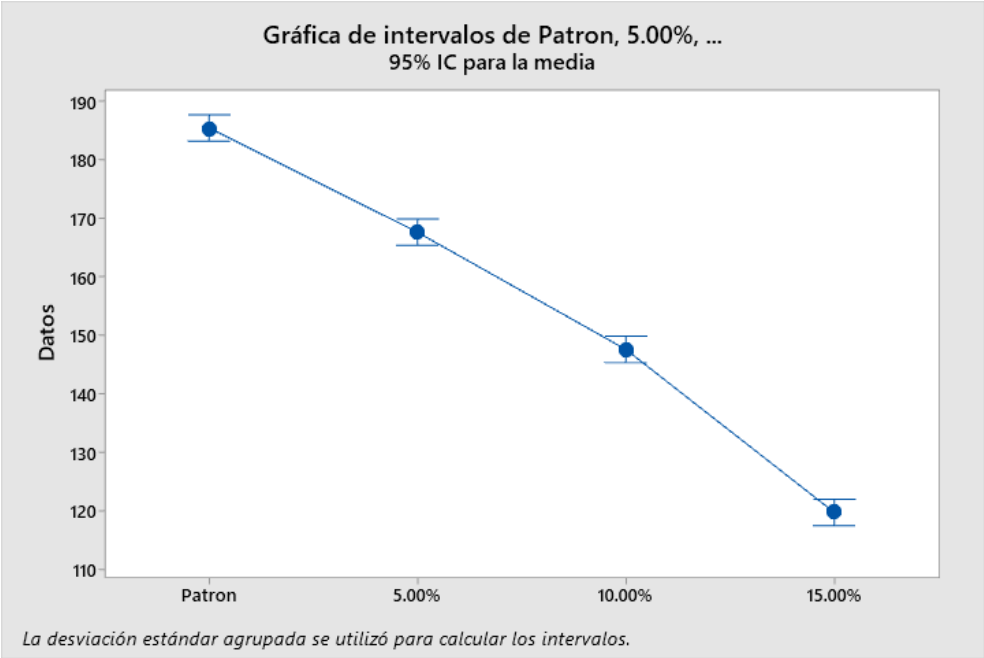


Figura 44. Intervalos de la muestra patrón y los tratamientos

En la figura 44 se observa que, al existir significativamente diferencias entre las muestras, el tratamiento de la muestra al 15% reduce significativamente el proceso en comparación a los demás grupos.

- Conclusión: Para la resistencia a la compresión, se puede concluir que evidentemente existen diferencias de gran significancia entre las muestras de los experimentales y la del patrón. Además, se demostró que el tratamiento al 5% no reduce significativamente tanto con relación a los otros tratamientos.

4.4.2. Dimensión: Variación dimensional

Tabla 11. Pruebas previas

Dimensión	Prueba	Estadístico	p-valor
Largo	**Normalidad**	0.957	0.133
	Homogeneidad de varianza	1.79	0.166
Ancho	**Normalidad**	0.953	0.096
	Homogeneidad de varianza	0.18	0.909
Alto	**Normalidad**	0.966	0.259
	Homogeneidad de varianza	0.162	0.921

Fuente: elaboración propia

En la tabla 11 se observa en la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas se cumplen para todas las dimensiones (Largo, ancho y alto). Por lo tanto, es aplicable una prueba paramétrica como el ANOVA y para las comparaciones múltiples la de TUKEY (siempre y cuando se rechace la hipótesis nula de la prueba de ANOVA).

PRUEBA ESTADÍSTICA DE ANOVA:

- Hipótesis:
  - H_{0i}: Todas las medias son iguales de la dimensión i
  - H_{1i}: No todas las medias son iguales de la dimensión i

  Dónde: i = 1,2 y 3

  (1) Dimensión Largo

  (2) Dimensión Ancho

  (3) Dimensión Alto

- Tolerancia:

  $\alpha = 0.05$

- Estadístico de la prueba:

Tabla 12. *Análisis de Varianza*

Dimensión	Valor F	p-valor
Largo	2.665	0.0625
Ancho	4.567	0.0082
Alto	0.13	0.942

Fuente: elaboración propia

- Criterio de decisión y conclusión:

El p-valor < 0.05 rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo que se concluye:

- No hay evidencia estadística suficiente, con 5% de significancia, para rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se puede concluir que todas las medias de las muestras en estudio son iguales para la dimensión: Largo.
- Existe evidencia estadística suficiente, con 5% de significancia, para rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se puede concluir que no todas las medias de las muestras en estudio son iguales para la dimensión: Ancho.
- No existe evidencia estadística suficiente, con 5% de significancia, para rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se puede concluir que todas las medias de las muestras en estudio son iguales para la dimensión: Alto.

Al rechazarse la hipótesis nula de la prueba de ANOVA se puede aplicar la prueba de TUKEY para identificar la existencia de diferencias significativas entre las muestras en estudio, para la dimensión correspondiente que sería únicamente para la dimensión: Ancho.

Comparaciones múltiples (Prueba TUKEY) – DIMENSIÓN: ANCHO.

Tabla 13. *Prueba de Tukey*

Factor	N	Media	Agrupación	
Patrón	10	128.4	A	
5%	10	128.86	A	B
10%	10	128.88		B
15%	10	129.01		B

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 7, se aprecia la existencia de diferencias significativas entre algunos de los grupos de tratamiento en estudio. Es decir, existen diferencias entre la muestra patrón y los tratamientos (10% y 15%). Sin embargo, no existen diferencias significativas entre la muestra patrón y el tratamiento del 5%. Además, no existen diferencias significativas entre las muestras experimentales. Por otro lado, indicar que aquellas medias que no comparten una letra son diferentes de manera significativa.

Tabla 14. *Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias*

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Patrón - 5%	-0.46	0.177	(-0.936, 0.016)	-2.61	0.061
Patrón - 10%	-0.48	0.177	(-0.956, -0.004)	-2.72	0.047
Patrón - 15%	-0.61	0.177	(-1.086, -0.134)	-3.46	0.007
5% - 10%	-0.02	0.177	(-0.496, 0.456)	-0.11	0.999
5% - 15%	-0.15	0.177	(-0.626, 0.326)	-0.85	0.83
15% - 10%	0.13	0.177	(-0.346, 0.606)	0.74	0.882

Fuente: elaboración propia

En la tabla 14 se puede apreciar que existen diferencias significativas entre la muestra patrón y la muestra del tratamiento del 10% y 15% (Valor p ajustado < 0.05). Además, no existen diferencias de manera significativa entre la muestra patrón y el experimental al 5% (Valor p ajustado > 0.05). Sin embargo, no hay diferencias importantes entre los grupos experimentales estudiados. Además, se menciona que el nivel de confianza individual = 98.87%

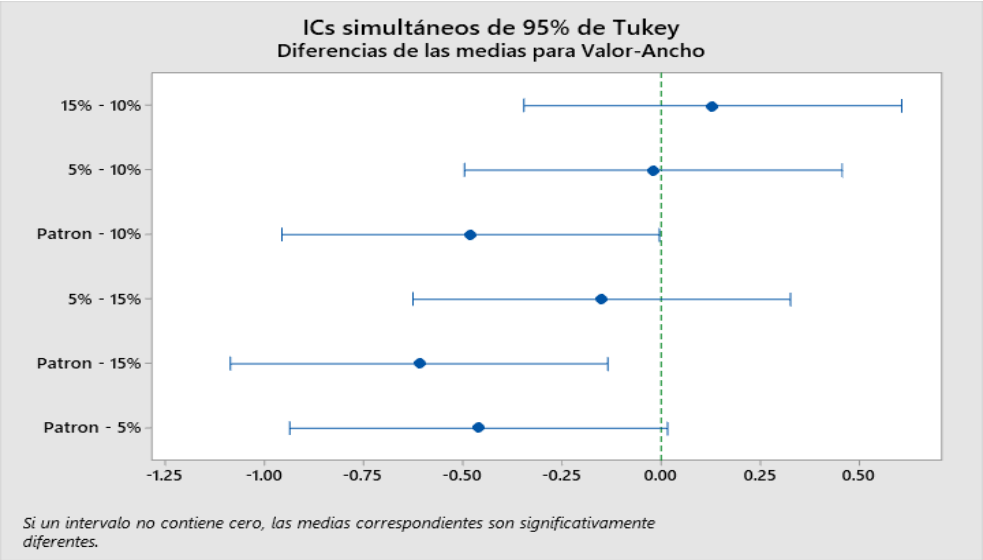


Figura 45. Intervalos de confianza de las diferencias de los grupos

En la figura 45, se observa que hay intervalos que no son significativamente diferentes ya que incluyen al 0 en su rango.

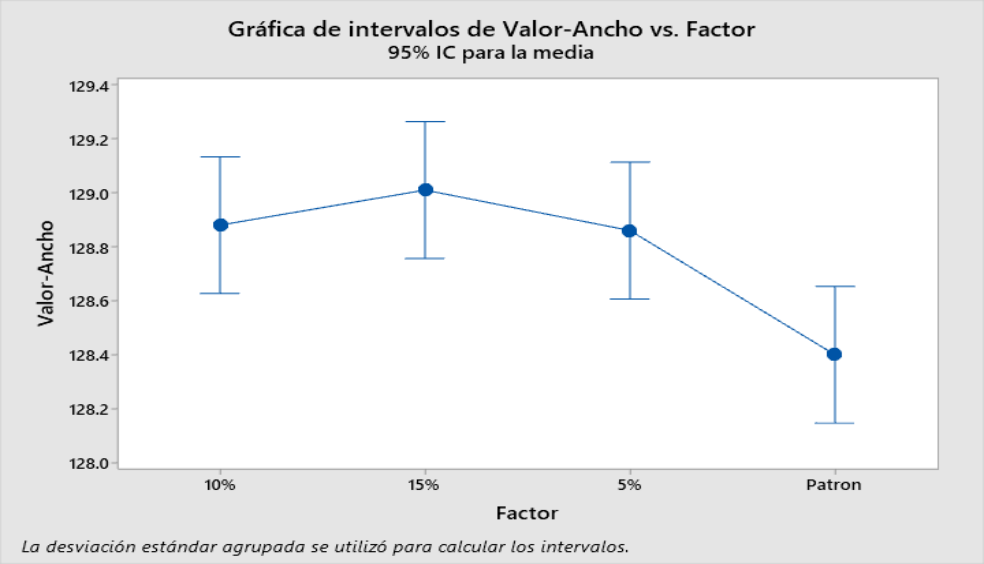


Figura 46. Intervalos de la muestra patrón y los tratamientos

En la figura 46 se puede apreciar que, al existir importantes diferencias entre algunas muestras, solo los experimentales al 10% y 15% serían las más recomendables.

- Conclusión: Para la variación dimensional, se puede concluir que existen importantes diferencias entre las muestras de los experimentales (10% y 15%) y la muestra patrón, a la vez, no existen diferencias significativas entre estos tratamientos. Además, no existen diferencias significativas entre la muestra patrón y el tratamiento al 5%, es decir, el tratamiento del 5% es el más adecuado.

4.4.3. Dimensión: Ensayo de Absorción

Tabla 15. *Pruebas previas*

	Estadístico	**p-valor**
Normalidad	0.909	0.063
Homogeneidad de varianza	0.199	0.896

Fuente: elaboración propia

En la tabla 15 se puede apreciar que la prueba de normalidad y de homogeneidad de varianzas, cumplen. Por lo tanto, es aplicable una prueba paramétrica como el ANOVA y para las comparaciones múltiples la de TUKEY (siempre y cuando se rechace la hipótesis nula de la de ANOVA).

PRUEBA DE ANOVA:

- Hipótesis:
  - H_0: Son iguales todas las medias
  - H_1: No son iguales todas las medias
- Nivel de significancia:

  $\alpha = 0.05$

- Estadístico de prueba:

Tabla 16. Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	184.875	61.6249	296.53	0
Error	16	3.325	0.2078		
Total	19	188.2			

Fuente: elaboración propia

- Criterio de decisión y conclusión:

Si el Valor p < 0.05 se puede rechazar la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, puede concluir que:

Existen evidencias suficientes, con 5% de tolerancia, para rechazar la hipótesis nula (Valor p < 0.05); por lo que podemos concluir que no todas las medias en estudio son similares.

Al rechazarse la hipótesis nula de la prueba de ANOVA aplicaremos la prueba de TUKEY para ver si existen diferencias significativas entre las muestras en estudio.

Comparaciones múltiples (Prueba de TUKEY)

Tabla 17. *Prueba de Tukey*

FACTOR	N	Media	Agrupación			
PATRON	5	14.336	A			
5%	5	16.164		B		
10%	5	19.89			C	
15%	5	22.082				D

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 17, se puede apreciar que existen diferencias importantes entre los grupos estudiados. Es decir, existen diferencias entre la muestra patrón y los diversos tratamientos (5%, 10% y 15%).

También se menciona que, son diferentes de manera significativa las medias que no comparten una letra.

Tabla 18. *Pruebas simultáneas Tukey para diferencias de las medias*

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
PATRON - 5%	-1.828	0.288	(-2.654, -1.002)	-6.34	0
PATRON - 10%	-5.554	0.288	(-6.380, -4.728)	-19.26	0
PATRON - 15%	-7.746	0.288	(-8.572, -6.920)	-26.87	0
5% - 10%	-3.726	0.288	(-4.552, -2.900)	-12.92	0
5% - 15%	-5.918	0.288	(-6.744, -5.092)	-20.53	0
15% - 10%	2.192	0.288	(1.366, 3.018)	7.6	0

Fuente: elaboración propia

En la tabla 18 se puede apreciar que existen importantes diferencias en todas las combinaciones de las variables de estudio. La muestra patrón con respecto a las muestras con los tratamientos es significativamente diferentes entre sí (Valor p ajustado < 0.05). También se ve que existen diferencias importantes entre los experimentales en todas sus combinaciones (Valor p ajustado < 0.05). Nivel de confianza individual=98.87%

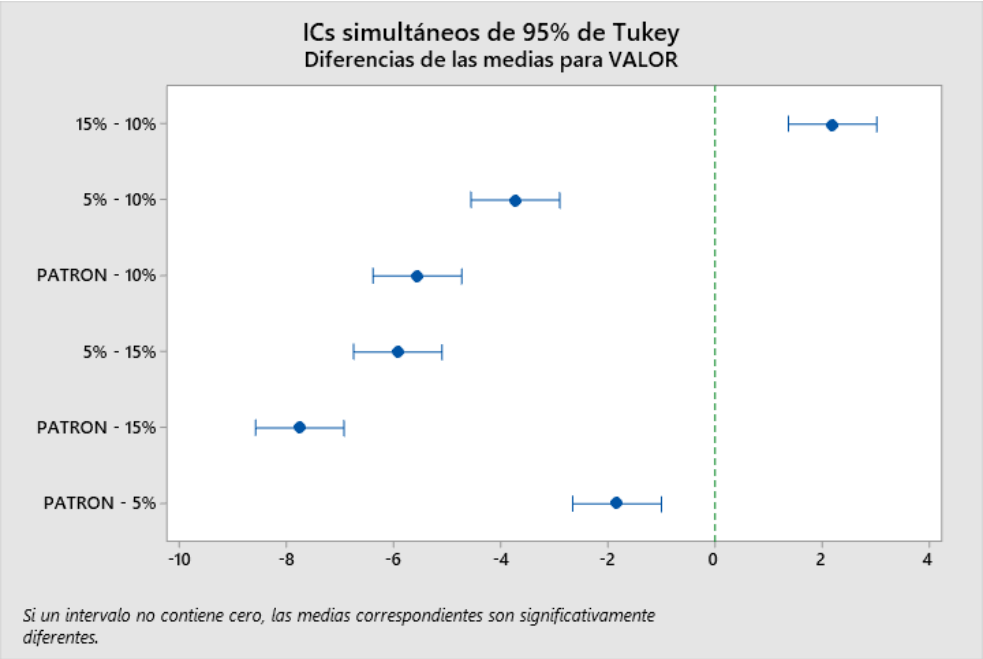


Figura 47. Intervalos de confianza de las diferencias de los grupos

En la figura 47, se observa que todos los intervalos son significativamente diferentes ya que no incluye el 0 en su rango.

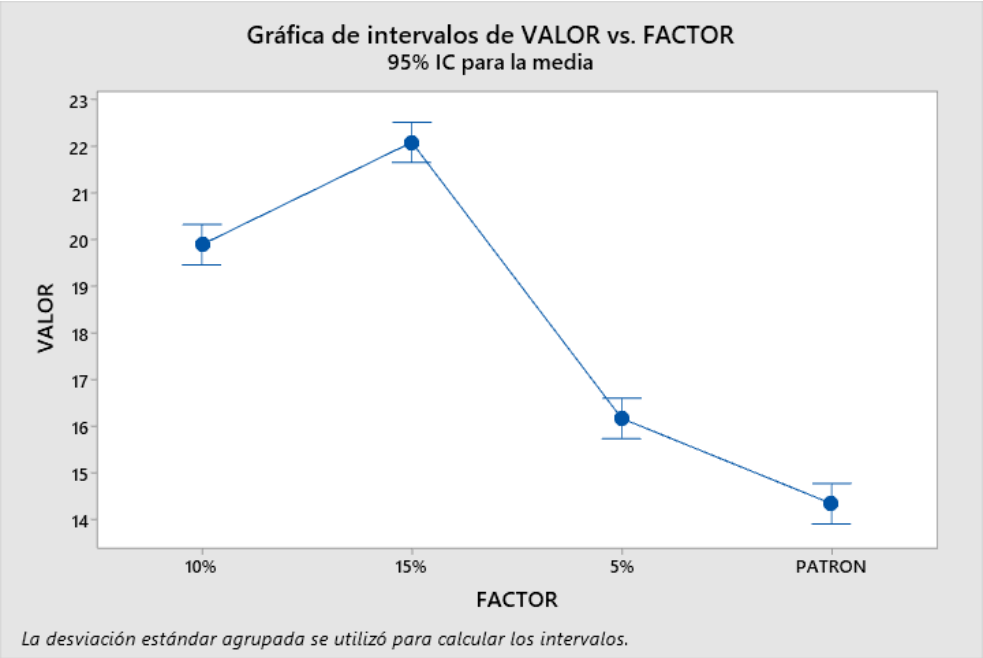


Figura 48. Intervalos de la muestra patrón y los tratamientos

En la figura 48 se observa que, al existir importantes diferencias entre las muestras patrón y experimentales al 15% aumenta significativamente el proceso a comparación de los otros tratamientos.

- Conclusión: Para el ensayo de absorción, se puede concluir que hay diferencias importantes entre las muestras patrón y experimentales. Además, se demostró que el tratamiento al 5% aumenta significativamente el proceso a comparación de la muestra patrón, pero esta más próximo a este a diferencia de los otros tratamientos.

4.4.4. Dimensión: Ensayo de Alabeo

Tabla 19. *Pruebas previas*

Dimensión	Prueba	Estadístico	p-valor
CARA A - CONCAVO	Normalidad	0.965	0.6366
	Homogeneidad de varianza	0.333	0.801
CARA A - CONVEXO	Normalidad	0.955	0.455
	Homogeneidad de varianza	0.133	0.939
CARA B - CONCAVO	Normalidad	0.929	0.148
	Homogeneidad de varianza	0	0.999
CARA B - CONVEXO	Normalidad	0.898	0.038
	Homogeneidad de varianza	0.458	0.715

Fuente: elaboración propia

En la tabla 19 se observa que tanto la prueba de normalidad como la de homogeneidad de varianzas se cumplen para casi todas las dimensiones (Cóncavo y convexo para la cara A y cóncavo para la cara B), para el convexo de la cara B no cumple con la normalidad. Por lo tanto, es aplicable una prueba paramétrica como el ANOVA y para las comparaciones múltiples la de TUKEY (siempre y cuando se rechace la hipótesis nula de la prueba de ANOVA) y para el convexo de la cara B es aplicable un Kruskal Wallis.

PRUEBA DE ANOVA:

- Hipótesis:
  - H_{0i}: Todas las medias son iguales de la dimensión i
  - H_{1i}: No todas las medias son iguales de la dimensión i

Dónde: i = 1,2 y 3

(4) Cóncavo – Cara A
(5) Convexo – Cara A
(6) Cóncavo – Cara B

- Nivel de significancia:

$\alpha = 0.05$

- Estadístico de prueba:

Tabla 20. *Análisis de varianza*

Dimensión	Valor F	p-valor
CARA A - CONCAVO	0.754	0.536
CARA A - CONVEXO	0.85	0.487
CARA B - CONCAVO	2.762	0.076

Fuente: elaboración propia

- Criterio de decisión y conclusión:

Si el p-valor < 0.05 se puede rechazar la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye que:

- No existen evidencias estadísticas suficientes, con el 5% de tolerancia, para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo que se puede concluir que todas las medias de las muestras en estudio son iguales para el Cóncavo de la Cara A.
- No existen evidencias estadísticas suficientes, con el 5% de tolerancia, para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo que se puede concluir que todas las medias de las muestras en estudio son iguales para el Convexo de la Cara A.
- No existen evidencias estadísticas suficientes, con el 5% de tolerancia, para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo

que se puede concluir que todas las medias de las muestras en estudio son iguales para el Cóncavo de la Cara B.

Al no rechazarse la hipótesis nula, no es necesario la aplicación de una prueba de comparaciones múltiples.

PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS

- Hipótesis:
  - H0: Son iguales todas las medianas
  - H1: No son iguales todas las medianas
- Tolerancia:

  $\alpha = 0.05$

- Estadístico de prueba:

Tabla 21. *Análisis de varianza*

Dimensión	Chi-cuadrado	p-valor
CARA B - CONVEXO	3.7805	0.2862

Fuente: elaboración propia

- Criterio de decisión y conclusión:

Si el p-valor < 0.05 se puede rechazar la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye que:

No existe evidencia estadística suficiente, con un 5% de significancia, para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo tanto, se puede concluir que todas las medianas de las muestras en estudio son iguales para el Convexo de la Cara B.

- Conclusión: Para el ensayo de alabeo, se puede concluir que no hay diferencias importantes entre las muestras de los experimentales y la muestra patrón.

V. DISCUSIÓN

1. El resultado del análisis químico de la arcilla mediante el ensayo de eflorescencia de rayos x, se determinó en su mayoría óxido de Aluminio (Al_2O_3) y óxido de silicio (SiO_2) con un 40,135% y 34,711% respectivamente, logrando así las características de los materiales puzolánicos tal como lo describe la norma ASTM C618. Seguido a ello, también se obtuvo óxido de hierro (Fe_2O_3) con 7,684%, óxido de potasio (K_2O) con 6,870% y óxido de magnesio (MgO) con 3,481% y óxido de calcio (Ca) con 1,000%; en menores cantidades, como óxido de titanio (TiO_2) con 0,578%, óxido de fósforo (P_2O_5) con 0,314%, óxido de manganeso (MnO) con 0,144%, óxido de azufre (SO_3) con 0,144%, óxido de estroncio (Sr0) con 0,024%, óxido de zinc (ZnO) con 0,021% y; finalmente, perdida por calcinación del 4,990%. Para Zuluaga (2016) el porcentaje más alto de los elementos, es el silicio (Si) con 23.87±0.12% seguido del Hierro (Fe) con 13.83±0.14% y el aluminio (Al) con 10.69±0.11% y otros porcentajes menores de magnesio (Mg) con 2.35±0.06%, potasio (K) con 2.11±0.07%, titanio (Ti) con 1.00±0.04%, sodio (Na) con 0.51±0.11% y manganeso (Mn) con 0.144±0.007%

   Por otro lado, el análisis químico de la ceniza de carbón mediante el ensayo de eflorescencia de rayos x, fue en su mayoría la presencia de óxido de Calcio (CaO) en un 46.333% de la muestra la cual concuerda con Alarcón (2018) quien en su análisis de polvo de Donax sp tuvo un resultado de 74.68 % de óxido de calcio (CaO), dicho elemento tendría la función de retardar el fraguado de la unidad trabajada. Según los resultados obtenidos se evidenció el aumento de porcentaje de absorción de las unidades ensayadas siempre y cuando se vaya aumentando el porcentaje de sustitución. Además, la muestra de ceniza de carbón vegetal, presentó en sus elementos, óxido de potasio (K_2O) en un 33.639%, óxido de magnesio (MgO) en un 15.441% y en menor magnitud del 4.096% en óxido de fósforo (P_2O_3). Según Ventura (2018) en su investigación añadiendo ceniza de carbón vegetal al concreto, obtiene en su composición química un 18.46% de óxido de magnesio (MgO) la cual resulta de la calcinación a altas temperaturas. La cual confirma la teoría que sostienen Hossain y Roy (2019) quienes señalan que la ceniza de carbón vegetal aporta principalmente al aislamiento térmico al ladrillo refractario (p.116).

2. En la granulometría realizada para la arcilla usada en el ladrillo patrón, se determinó que la muestra contiene más finos que arena con 81.04% y 18.96% respectivamente. Respecto al índice de plasticidad de la muestra, se obtuvo un límite líquido de 50.1%, Límite plástico de 27.4% y finalmente determinando un índice de plasticidad de la muestra de 22.7%.

   Con respecto a las características de la arcilla empleada para el ladrillo patrón, se obtuvo mejores resultados en el ensayo granulométrico de la muestra sustituida la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 5%, se obtuvo un resultado del 18.20% de áreas y 81.80% de finos en la muestra. Además, un límite líquido de la muestra de 51.7%, Límite plástico de 25.3% teniendo como resultado un índice de plasticidad de la muestra de 26.5%. El óptimo índice de plasticidad que muestran estos resultados, afirma lo señalado por Sánchez (2019) quien manifiesta que la arcilla se caracteriza por su óptimo índice de plasticidad, excelente proceso de secado, resistente a la calcinación y excelente capacidad de absorción.

   Sin embargo, según los resultados de la granulometría e índice de plasticidad para la muestra sustituida la arcilla al 10%, tuvo variaciones con respecto al ladrillo patrón y experimental al 5%, con contenido de arenas del 18.89% y 81.11% de finos. Además, se obtuvo un límite líquido de 48.2%, límite plástico de 23.9%, determinando un índice de plasticidad de la muestra de 24.3%, clasificándose como una arcilla de baja plasticidad.

   Para la muestra sustituida al 15% de arcilla por ceniza de carbón vegetal, se tuvieron los siguientes resultados, con respecto al ladrillo patrón, aumentó el contenido de arena con un 19.17% de contenido en la muestra por tal motivo, disminuyó hasta los 80.17% de finos. Además, límite líquido fue de 46.0%, Límite plástico de 22.7% teniendo como resultado un índice de plasticidad de la muestra de 23.3%. Clasificándose como una arcilla de baja plasticidad. Resultados similares obtuvo Cuencas (2021) con 99.7% de finos en su muestra, sin embargo, obtuvo un límite líquido de 45%, límite plástico de 24.09%, obteniendo un índice de plasticidad del 20.91% la cual se procede a clasificar su muestra como una arcilla de baja plasticidad. Según su

investigación, el índice de plasticidad fue un factor determinante en las características físico-mecánicas de la unidad estudiada.

3. Con respecto a la propiedad mecánica correspondiente a la resistencia a la compresión del ladrillo patrón se obtuvo un promedio de 186 kg/cm2. Para los ladrillos experimentales correspondientes al 5%, 10% y 15%, se obtuvo un valor promedio de 168 kg/cm2, 147 kg/cm2 y 120 kg/cm2 respectivamente. Dichos valores según la norma E070, acepta estas unidades como unidades de albañilería, sin embargo, no alcanzan para ser clasificados como ladrillos tipo V. Estos resultados valoran lo mencionado por Azevedo, Quesado, Guimaraes, Artur y Oliveira (2019) quienes manifiestan que la característica más importante del ladrillo de arcilla es la resistencia a la compresión (p. 126).

   Para las propiedades físicas, cuyas dimensiones de diseño son de 24 cm de largo, 13 cm de ancho y 9 cm de alto. Por tanto, la variación dimensional del ladrillo patrón en largo es de 0.81%, ancho de 1.31% y alto del 1.31%. Para el ladrillo experimental al 5%, presentó una variación dimensional de 0.64%, 1.09% y 1.33% en largo, ancho y alto respectivamente. También, se obtuvo los resultados para el ladrillo experimental al 10% en largo de 0.67%, ancho de 0.91% y alto de 0.77%. Finalmente, para el ladrillo experimental al 15%, la variación dimensional fue de 0.44% en largo, 0.78% en ancho y 0.88% en alto. Todos estos resultados, son aceptados y clasificados según la norma E070 como un ladrillo tipo V, cuya norma indica que para tipo V, la variación dimensional hasta 10 cm, puede ser máximo de 3 %, hasta 15 cm podrá tener una variación dimensional máxima del 2% y para más de 15 cm, se aceptará una variación dimensional máxima del 1%.

   Los resultados de alabeo, para el ladrillo patrón, fueron de concavidad de 0.55 mm y convexidad del 0.45mm; para el ladrillo experimental al 5%, la concavidad fue de 0.85mm y convexidad del 0.65; para el ladrillo experimental al 10% presentó una concavidad y convexidad de 0.7mm y finalmente para el ladrillo experimental al 15%, se mostró una concavidad de 0.9mm y convexidad de 0.7mm. Los presentes resultados, se ajusta a lo establecido en la norma E070 aceptada y clasificada como ladrillo tipo V la cual menciona que el alabeo no será mayor a los 2 mm.

En cuanto a los resultados de absorción, para el ladrillo patrón, se obtuvo un 14.34%, además, se evidencia el aumento progresivo en el porcentaje de absorción en los ladrillos experimentales correspondientes al 5%, 10% y 15% con porcentajes de absorción del 16.16%, 19.89% y 22.08% respectivamente. Según estos resultados la norma E070 acepta estos ladrillos como unidades de albañilería. Cabe resaltar, que el ladrillo experimental con sustitución al 15%, está en el límite de porcentaje de absorción que exige la norma la cual establece que esta será máxima 22%.

Una gran fortaleza que se tuvo para la elaboración del presente proyecto fue considerar la elaboración de 30 ladrillos para cada grupo de estudio tanto para el patrón como experimentales, ya que esto, nos permitió contar con las 100 unidades mínimas de muestras para estudio, donde algunos recayeron sobre el criterio de exclusión. Asimismo, se recolectó arcilla de diversas canteras con la finalidad de determinar la calidad del insumo mediante ensayos de granulometría y fluorescencia de rayos X, dichos ensayos no solo se realizaron para la arcilla sino también para las cenizas de carbón vegetal. Finalmente, se realizó ensayos para determinar sus propiedades físicas y mecánicas en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad.

Además, dentro de nuestras debilidades es importante considerar el procedimiento para la elaboración de los ladrillos, donde fue una gran debilidad considerar realizarlo de manera artesanal, ya que el proceso influye en la calidad del ladrillo y no se llegaba a la resistencia mínima requerida para el ladrillo patrón. Por tal, motivo se tuvo que emplear un sistema de elaboración del ladrillo semi industrial.

El presente proyecto de investigación brinda un importante aporte a la comunidad, ya que la sustitución de arcilla por ceniza de carbón vegetal para un ladrillo tipo V, en base a los resultados presentados, es favorable en sus propiedades físicas mas no en la mecánica, puesto que, a mayor porcentaje de sustitución exista la resistencia será más baja. Por lo tanto, mejorando esta propiedad, se daría la probabilidad de emplear la ceniza de carbón vegetal en un ladrillo tipo V para la construcción, reduciendo la contaminación ambiental de este residuo que se genera en los establecimientos gastronómicos.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó la composición química por elementos de los insumos para la elaboración del ladrillo; para la ceniza, se encontró la presencia del óxido de calcio en un 46.333%, dicho elemento fue un gran indicador que las unidades de albañilería experimentales reducirían en su propiedad mecánica (resistencia a la compresión) y mejorarían en sus propiedades físicas como variación dimensional y alabeo, además, tendríamos mayor porcentaje de absorción en las unidades, con respecto al ladrillo patrón. También, se determinó la composición química por elementos de la arcilla, en la cual resaltaron el óxido de aluminio (Al_2O_3), óxido de silicio (SiO_2) y Óxido de Hierro (Fe_2O_3) con 40.135%, 34.711 y 7.684% respectivamente, las cuales indicaban que obtendríamos ladrillos con buenas propiedades físico-mecánicas.

Se realizó el análisis granulométrico y se determinó el índice de plasticidad de cada mezcla, tanto para el patrón como para los ladrillos experimentales, con la finalidad de conocer sus propiedades físicas y clasificar el tipo de muestra que emplearemos para la elaboración de los ladrillos. Finalmente, se clasificó según el sistema SUCS con un tipo de suelo de arcilla densa con arena para el ladrillo patrón y experimental al 5%. Y, para el ladrillo experimental al 10% y 15% como un tipo de suelo compuesto de arcilla ligera con arena.

Se determinó la resistencia a la compresión de las unidades tanto del patrón como experimentales al 5%,10%y 15% cayendo de ladrillo tipo V que es el ladrillo patrón con 186 kg/cm2 a ser tipo IV al sustituir al 5% y 10%. Y, para la sustitución al 15%, cayó hasta el tipo III con 120 kg/cm2 según la Norma E.070-RNE.

La variación dimensional, en esta sustitución resulta favorable, puesto que disminuye el porcentaje de variación a razón que aumenta el porcentaje de sustitución manteniendo los indicadores de clasificación establecidos la norma E070 para ladrillo tipo V. Para el alabeo de la unidad, aumenta ligeramente el promedio de deformación de la unidad, sin embargo, mantiene las características para ser ladrillo tipo V.

Además, las unidades de albañilería presentan aumento progresivo en el porcentaje de absorción con respecto al ladrillo patrón, gracias a las características de la ceniza, los ladrillos tienden a retener más la humedad. Sin embargo, la sustitución al 15% se encuentra en el porcentaje de sustitución máxima permitida por la norma E070 el cual es el 22%.

Se concluye que la sustitución parcial de la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 5%, 10% y 15% con respecto al ladrillo tipo V patrón, reduce significativamente la propiedad mecánica correspondiente a la resistencia a la compresión. Por otro lado, en sus propiedades físicas correspondientes a variación dimensional, alabeo y absorción, mantienen sus propiedades y/o mejoran en menor magnitud. El resultado más favorable fue el ladrillo experimental con sustitución al 5%, dicha unidad podría tener buen impacto en la construcción y si se mejora su propiedad mecánica, tendríamos un ladrillo tipo V de alta resistencia.

La sustitución parcial de la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 5%, 10% y 15% con respecto al ladrillo patrón, reduce significativamente la propiedad mecánica correspondiente a la resistencia a la compresión. Por otro lado, en sus propiedades físicas correspondientes a variación dimensional, alabeo y absorción, mantienen sus propiedades y/o mejoran en menor magnitud. El resultado más favorable fue el ladrillo experimental con sustitución al 5%, el cual, cayó a ser tipo IV en su característica mecánica, sin embargo, sus características físicas mejoraron.

VII. RECOMENDACIONES

A la comunidad de investigadores que evaluar un ladrillo tipo V se necesita insumos de alta calidad, las cuales en nuestro distrito y alrededores no se encuentra arcilla de estas características, se estudiaron de varias canteras y se encontraban arcillas de baja plasticidad, indicador que no favorecía al propósito de la investigación y que cumpla con la resistencia a la compresión del ladrillo patrón en cual se necesitaba llegar a tipo V.

También, en base a los resultados expuestos en el presente proyecto con 5% se obtuvo mejores resultados que al sustituir al 15%, por lo tanto, se recomienda usar mínimos porcentajes de sustitución, puesto que, a razón de que se le aumente la sustitución menores resultados favorables se obtendrá.

Mejorando la calidad de la propiedad mecánica, estas unidades experimentales podrían ser buena alternativa de solución para construir en zonas con alto nivel freático gracias al porcentaje de absorción que brinda la ceniza de carbón en estas unidades de albañilería experimentales.

Para elaborar ladrillo tipo V, se necesita hacer de manera industrial o semi industrial, puesto que se necesita tener un alto nivel de compactación para poder obtener un ladrillo con características homogéneas y enteras, características que la elaboración artesanal no lo permite.

REFERENCIAS

1. ABBAS, Safeer, SALEEM, Muhammad, KAZMI, Syed y MUNIR, Muhammad. Production of sustainable clay bricks using waste fly ash: Mechanical and durability properties. Journal of Building Engineering [online]. Vol. 14, 7-14, September 2017 [Consultation date: May 18, 2022].
   Available in: https://cutt.ly/bHDhvH5
   ISSN: 2352-7102

2. ALARCON, Jhonatan. Resistencia a la comprensión de mortero sustituyendo al cemento con 12% de ceniza de cáscara de arroz y 8% de ceniza de concha de donax obesulus. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Chimbote: Universidad San Pedro, 2018. 101pp.
   Disponible en: https://cutt.ly/2MWcenJ

3. ALMEIDA, Janilton. Impactos ambientales provocados por la extracción de arcilla en el municipio de Ibiassucê-BA. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento [en línea]. Ed. 09, Vol. 03, 35-46, septiembre de 2020. [Fecha de consulta: 07 de mayo del 2022].
   Disponible en: https://cutt.ly/dJq5tZ7
   ISSN: 2448-0959

4. APAZA, José, PORTUGAL, María y TIRADO, Leo. Viabilidad de implementación de un ladrillo ecológico compuesto de PET y cenizas de pollerías en el contexto de Tacna-Perú. Arquitek [en línea]. N°19, enero-junio 2021. [Fecha de consulta: 07 de mayo del 2022].
   Disponible en: https://cutt.ly/PJq5isy
   ISSN: 2617-0892

5. American Society for Testing and Materials (International). Standard Specificantion Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete ASTM 618. USA, 1998. 06pp.
   Disponible en: https://cutt.ly/dMWTWyD

6. AVIRAM, A., BADILLO, J., PRIETO, J. y JARAMILLO, J. Unreinforced Brick Masonry Wall Collapse Investigation Under Moderate Wind Load.

Construction Engineering Magazine [online]. Vol. 34, April - 2019 [Consultation date: May 10, 2022].
Available in: https://cutt.ly/BJq5oFz
ISSN: 0718-5073

7. AZEVEDO, Antonio, QUESADO, Joao, GUIMARAES, Ana, ARTUR, Fernando y OLIVEIRA, Romildo. Compression behaviour of clay bricks prisms, wallets and walls – Coating influence. Construction magazine [online]. Vol. 18, 123-133, April 2019 [Consultation date: May 18, 2022].
Available in: https://cutt.ly/sJq5awG
ISSN: 0718-915X

8. CASTELLANO, Javier, SANZ, Vicente, CAÑAS, Eugeni y SANCHEZ, Enrique. Industry-scalable wall tile composition based on circular economy. Bulletin of the Spanish Society of Ceramics and Glass [online]. May- 2022. [Consultation date: May 18, 2022].
Available in: https://cutt.ly/zHKgPk9
ISSN: 0366-3175

9. Comisión de Normalización-INACAL (Perú). Norma Técnica Peruana NTP 331.017: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Ladrillos de arcilla en albañilería. Requisitos. Lima, 2015. 11 pp.
Disponible en: https://cutt.ly/1LdKWJo

10. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales- INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana NTP 339.128: SUELOS, Método de ensayo para el análisis granulométrico. Lima, 1999. 23pp.
Disponible en: https://cutt.ly/dMWTCFC

11. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales- INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana NTP 339.129: SUELOS, Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. Lima, 1999. 27pp.
Disponible en: https://cutt.ly/SMWYhEn

12. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales- INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana NTP 399.613: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima, 2005. 36pp.
Disponible en: https://cutt.ly/rLdKvQB

13. CUENCA, Brus. Diagnóstico de procesos productivos para la producción de ladrillos de arcilla cocida. Trabajo de investigación (Bachiller en ingeniería civil), Huancayo: Universidad Peruana del Centro, 2021.103pp.
Disponible en: https://cutt.ly/NMWcGWP

14. DE BEDIA, G. [*et al*.] Análisis de la demanda doméstica de leña y carbón en localidades de Santiago del Estero, Catamarca, Tucumán y Córdoba. Quebracho (Santiago del estero) [en línea]. Vol.26, abril- octubre 2018 [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2022].
Disponible en: https://cutt.ly/SJq5jee
ISSN: 1851-3026

15. DURAND, Adriana. Influencia del óxido de calcio en la trabajabilidad, fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales, Trujillo 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2017. 169 pp.
Disponible en: https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12743

16. GUERRERO, Gustavo, ESPINEL, Edwin y SANCHEZ, Heller. Analisis de temperaturas durante coccion de ladrillos macizos y sus propiedades finales. Tecnura [en línea]. Vol. 21, 118-131, Junio- marzo 2017 [Fecha de consulta: 13 de junio del 2022].
Disponible en: https://cutt.ly/5K0owrI
ISSN: 0123-921X

17. HOSSAIN, S. y ROY, P. Fabrication of sustainable insulation refractory: Utilization of different wastes. Bulletin of the Spanish society of ceramics and glass [online]. Vol. 58, 115-125, May- June - 2019 [Consultation date: May 18, 2022].
Available in: https://cutt.ly/CHKjusQ

ISSN: 0366-3175

18. Instituto de Construcción y Gerencia (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: RNE, 2019.
Disponible en: https://cutt.ly/4LdKah0

19. JARRE, Cesar, PUIG, René, ZAMORA, Camilo y ZAMORA, Ezequiel. Caracterización preliminar de la ceniza de cáscara de arroz de la provincia Manabí, Ecuador, para su empleo en hormigones. Revista Técnica de la facultad de Ingeniería - Universidad de zulia [en línea]. Vol. 44, enero- abril 2021 [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2022]
Disponible en: https://produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica/article/view/34823/36762
ISSN: 0254-0770

20. JIMÉNEZ, A. y SALAZAR, O. Transferencia de tecnología a ladrilleras en Cholula elaborando un manual de capacitación y diseñando un horno para pruebas de laboratorio con capacidad para cocer veinte ladrillos de arcilla, para analizar y mejorar el proceso de producción. Tesis (Título de ingeniero civil). Puebla: Universidad de Las Américas, 2005.

21. JULIAN, Cesar, FLORES, Gumercindo, CRIBILLERO, Yudi y VELASQUEZ, Walter. Resistencia de una pasta concha-arcilla de Yacya-Huari. Chimbote-Peru. Tesis. Chimbote: Universidad San Pedro, 2016.
Disponible en http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/75

22. KAZMI, S., MUNIR, M., WU, Y., HANIF, A. y PATNAIKUNI, I. Thermal performance evaluation of eco-friendly bricks incorporating waste glass sludge. Journal of Cleaner Production [online]. Vol. 172, January - 2018 [Consultation date: May 10, 2022].
Available in: https://cutt.ly/ZHKjfSl
ISSN: 0959-6526

23. LASA, Martin y ARAUJO, Moisés. Análisis del efecto de la ceniza de biomasa como sustituto parcial del cemento en la elaboración de concreto simple. Universidad de Córdoba [en línea]. Noviembre 2020. [Fecha de consulta: 07 de mayo del 2022].

Disponible en: https://cutt.ly/tJq5bQY

24. LOPEZ, Pedro. Población, muestra y muestreo. Punto cero [en línea]. Vol. 09, 69-74, 2004 [Fecha de consulta: 18 de junio del 2022].
Disponible en https://cutt.ly/xK0iFT7
ISSN 1815-0276

25. MONEDERO, Esperanza [*et al*.]. Effect of hydrothermal carbonization on the properties, devolatilization, and combustion kinetics of Chilean biomass residues. Biomass and Bioenergy [online]. Vol. 130, November- 2019. [Consultation date: May 07, 2022].
Available in: https://cutt.ly/wHKj3Lb
ISSN: 0961-9534

26. MORA, Ricardo, TORRES, Diana, CHAPARRO, Amanda y SANCHEZ, Jorge. Physicochemical and mineralogical properties of clays used in ceramic industry at North East Colombia. DYNA [online]. Vol. 86, 97-103, April-June 2019 [Consultation date: May 18, 2022].
Available in: https://cutt.ly/zJq5T8Q
ISSN: 0012-7353

27. MORENO, Marlyn, PABON, Yury y CELY, Leonardo. Influencia de la molienda húmeda en el comportamiento estructural y mecánico de productos cerámicos conformados por extrusión de una arcilla del Zulia (Norte de Santander, Colombia). Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio [en línea]. Vol. 58, febrero- 2019 [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2022].
Disponible en: https://cutt.ly/3HKkotf
ISSN: 0366-3175

28. MURILLO, Herman, DIAZ, Luis, SANTANDER, Roberto y CUBILLOS, Francisco. Conversion of residual oat husk and pine sawdust by co-hydrothermal carbonization towards biofuel production for pellet stoves. Industrial Crops and Products [online]. Vol. 174, December 2021. [Consultation date: May 18, 2022].
Available in: https://cutt.ly/5Jq5IAW
ISSN: 0926-6690

29. ORTIZ, Oscar, AGUDELO, Rafael, TOVAR, Lina y GUTIERREZ, Natalia. Evaluación de cenizas volantes como material adsorbente para la remoción de Pb2+ en solución acuosa. Mutis [en línea]. Vol. 8, 47-56, Julio – diciembre 2018 [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2022].
Disponible en: https://cutt.ly/LJq5AXq
ISSN: 2256-1498

30. QUIÑONES, Carlos. Calificación de operación de sistema de detección del equipo XR 4.0 Phyme para análisis por fluorescencia de rayos X. Callao: Universidad Nacional del callao, 2019.
Disponible en http://hdl.handle.net/20.500.12952/4441

31. RAM, Amit y MOHANTY, Supriya. State of the art review on physiochemical and engineering characteristics of fly ash and its applications. International Journal of Coal Science and Technology [online]. Vol. 9, March 2022. [Consultation date: May 18, 2022].
Available in: https://cutt.ly/PJq5G7B
ISSN: 2095-8293

32. ROA, Karol, PAREDES, Ricardo y LARA, Luis. Aplicación de MgSO4 7H2O y cenizas volantes como refuerzo en la matriz de unidades cerámicas macizas. Revista Ingenierías Universidad de Medellín [en línea]. Vol. 17, enero-junio 2018 [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2022].
Disponible en: https://cutt.ly/4Jq5XjW
ISSN: 1692-3324

33. SANCHEZ, Jorge, CORPAS, Francisco y ROJAS, Jhan. Cenizas Volantes de Termoeléctrica como Materia Prima para la Fabricación de Materiales Cerámicos de Construcción: Efecto de la Temperatura de Cocción sobre el Material. Información Tecnológica [en línea]. Vol. 30, Mayo – Julio 2019 [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2022].
Disponible en: https://cutt.ly/bJq5Bfa
ISSN: 0718-0764

34. SARMIENTO, José. La industria del ladrillo y la urbanización en San Cristóbal, 1910-1940. Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura [en línea]. Vol. 47, enero - 2020 [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2022].
Disponible en: https://cutt.ly/WJq5MC6
ISSN: 0120-2456

35. SILVA, Yimmy y DELVASTO, Silvio. Self-compacting concrete with high content of coal combustion sub-products. Technical Informant [online]. Vol 82, July – December 2018. [Consultation date: May 10, 2022].
Available in: https://cutt.ly/DJq518x
ISSN: 2256-5035

36. SOLORZANO, C., ZAMBRANO, D., VACCA, H., y LARRAHONDO, J. Resilient-modulus degradation of low-plasticity clays due to coal combustion residuals. Construction engineering magazine [online]. Vol. 34, December - 2019 [Consultation date: May 14, 2022].
Available in: https://www.scielo.cl/pdf/ric/v34n3/en_0718-5073-ric-34-03-225.pdf
ISSN: 0718-5073

37. TAURINO, Rosa, FERRETTI, Daniele, CATTANI, Luca, BOZZOLI, Fabio y BONDOLI, Federica. Lightweight clay bricks manufactured by using locally available wine industry waste. Journal of Building Engineering [online]. Vol. 26, November 2019 [Consultation date: May 18, 2022].
Available in: https://cutt.ly/CHKlfnm
ISSN: 2352-7102

38. TORO, Dubán, RAMÍREZ, Jairo y SEPÚLVEDA, Diego. Riesgos ambientales y de seguridad en calderas a carbón de las pequeñas y medianas empresas «PYME», ubicadas en el municipio de Itagüí, Antioquia. Revista de Salud Pública [en línea]. Vol. 19, 437-445, 2017 [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2022]. Disponible en: https://cutt.ly/1Jq57ga
ISSN: 0124-0064

39. VILLAQUIRAN, Mónica [*et al.*]. Evaluación del desempeño térmico de ladrillos ecoamigables con incorporación de residuos de mullita. Ingeniería y Desarrollo [en línea]. Vol. 39, 25-43, junio-2021 [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2022].
Disponible en: https://cutt.ly/zJq56Uq
ISSN: 2145-9371

40. VILLASIS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de Investigación IV: las variables de estudio. Revista Alergia México [en línea]. Julio-septiembre 2016, Vol. 63, núm. 3, pp. 303-310 [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2021].
Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755025003.pdf
ISSN: 0002-5151

41. ZULUAGA Daniel [*et al.*]. Revista Colombiana de Materiales. Medellín: Universidad de Antioquia, 2016.
Disponible en: https://acortar.link/Hm8wGY
ISSN: 2256-1013

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	CENIZA DE CARBON VEGETAL	Para Murillo, Diaz, Santander y Cubillos (2021) la biomasa leñosa (carbón) es una fuente de energía normalmente de uso doméstico que se caracteriza por su bajo costo y disponibilidad. Por tanto, sus residuos se masifican haciéndose un producto contaminante.	La sustitución de la arcilla por ceniza de carbón vegetal en un 5% 10% y 15%, reforzaría las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo tradicional.	Estudio químico de composición por elementos	Ensayo de fluorescencia de rayos X	RAZÓN
DEPENDIENTE	PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS	Mecánicamente es la característica enfocada a la resistencia del material en estudio, que soportan fuerzas o cargas (NTP 331.017,2015, p.3). Físicamente son aquellas características que se puede definir o clasificar mediante la observación o medición según sea el caso. En el RNE (2019) se clasifica una unidad de ladrillo según sus características físicas presentes correspondientes a la dimensión, alabeo y absorción.	Los ensayos de resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción en el laboratorio, se realizará de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.613.	Variación Dimensional	En porcentaje (%) - Hasta 10cm +/- 3 - Hasta 15cm +/- 2 - Más de 15cm +/- 1 Mediante ensayo de variación dimensional	RAZÓN
				Alabeo	Máximo de 2 mm Mediante ensayo de Alabeo	RAZÓN
				Resistencia a la compresión	Mínimo 180 kg/cm2 Mediante prueba de resistencia a la compresión.	RAZÓN

ANEXO 02: Matriz de consistencia

PROYECTO: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V sustituyendo parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal, Chimbote - 2022						
PROBLEMAS	**OBJETIVOS**	**HIPÓTESIS**	**VARIABLES**	**DIMENSIONES E INDICADORES**		**METODOLOGÍA**
PROBLEMA GENERAL:	**OBJETIVO GENERAL**:	**HIPÓTESIS GENERAL**	**VARIABLE DEPENDIENTE**	**DIMENSIONES**	**INDICADORES**	
¿Cuál es el resultado al evaluar las propiedades físicas mecánicas del ladrillo tipo V al sustituir parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 5% 10% 15%, Chimbote 2022?	Evaluar las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V sustituyendo parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal al 5% 10% 15%.	La sustitución parcial de la arcilla por la ceniza del carbón vegetal en un 5% 10% y 15% mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V.	Propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V	Resistencia a la compresión	Mín. 180 kg/cm2	**ENFOQUE:** Cuantitativo
				Variación dimensional	En porcentaje (%): _Hasta 10 cm +/- 3 _Hasta 15 cm +/- 2 _Más de 15 cm +/-1	**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:** El diseño es cuasi experimental
				Alabeo	Máx. de 2 mm	**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Aplicada
				Absorción	Máx. 22%	**POBLACIÓN:** Ladrillos patrón y experimentales en sus diferentes proporciones.

PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Cuál es la composición química de los insumos que se emplean en la elaboración del ladrillo tipo V?	(a) Determinar la composición química por elementos de la ceniza de carbón vegetal y de la arcilla.	(a) Los resultados del estudio químico de la arcilla y las cenizas son buenos indicadores para la mejora de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V.	Ceniza de carbón vegetal	Estudio químico de composición por elementos	Ensayo de Fluorescencia de rayos X	**MUESTRA:** Elaboración de 100 ladrillos tipo V sustituyendo arcilla por ceniza de carbón vegetal en un 5% 10% y 15%.
¿Qué estudios previos a la elaboración del ladrillo patrón y experimentales se debe realizar para determinar sus propiedades físico-mecánicas?	(b) Realizar el análisis granulométrico y determinar el índice de plasticidad de la arcilla y de la ceniza de carbón vegetal.	(b) Los resultados de los análisis granulométricos e índice de plasticidad de los insumos son buenos indicadores para alcanzar las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V.				**MUESTREO:** Se aplicó el muestreo no probabilístico por conveniencia
¿Mediante qué ensayos se puede evaluar las propiedades físico-mecánicas del ladrillo patrón y experimentales en sus diferentes porcentajes de sustitución?	c) Determinar la resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción del ladrillo patrón y experimentales, con sustitución en sus diferentes porcentajes.	(c) Las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos con sustitución correspondientes a la resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción del ladrillo cumple con lo mínimo requerido según la Norma E070.				

ANEXO 03: Certificado de calibración de máquina de Ensayo Uniaxial

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio PP

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 490 - 2022

Expediente : **124-2022**
Fecha de emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : **KAE INGENIERIA S.A.C.**

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : **MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL**

Marca de Prensa : **PERUTEST**
Modelo de Prensa : **PC-120**
Serie de Prensa : **1054**
Capacidad de Prensa : **120000 kgf**

Marca de indicador : **NO INDICA**
Modelo de Indicador : **NO INDICA**
Serie de Indicador : **NO INDICA**

Marca de Transductor : **ZEMIC**
Modelo de Transductor : **YB15**
Serie de Transductor : **1172**

Bomba Hidraulica : **ELÉCTRICA**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,3	22,3
Humedad %	61	61

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

TABLA Nº 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10096	10080	-0,96	-0,80	10088,0	-0,87	0,16
20000	20190	20172	-0,95	-0,86	20181,0	-0,90	0,09
30000	30283	30266	-0,94	-0,89	30274,5	-0,91	0,06
40000	40370	40331	-0,93	-0,83	40350,5	-0,87	0,10
50000	50445	50422	-0,89	-0,84	50433,5	-0,86	0,05
60000	60575	60530	-0,96	-0,88	60552,5	-0,91	0,07
70000	70628	70611	-0,90	-0,87	70619,5	-0,88	0,02

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
Ep= ((A-B) / B)* 100 Rp = Error(2) - Error(1)

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

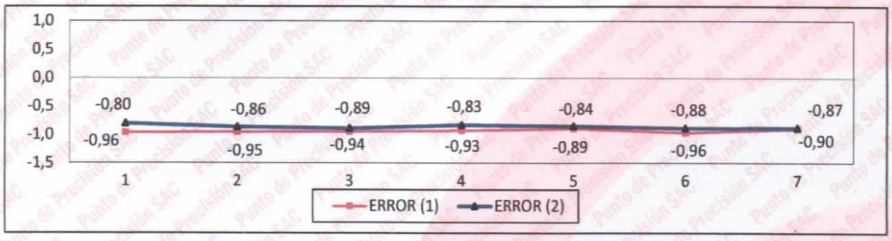
3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : y = 0,9912x - 0,4167

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO Nº 1

GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 04: Certificado de calibración de tamiz N° 4

Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2043 - 2022

Expediente : **124-2022**
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : **KAE INGENIERIA S.A.C.**

Dirección : PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : **TAMIZ**

Tamiz N° : **4**

Diametro de Tamiz : **8 pulg**

Marca : **GRAN TEST**

Serie : **81689**

Material : **ACERO**

Color : **PLATEADO**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,2
Humedad %	63	63

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

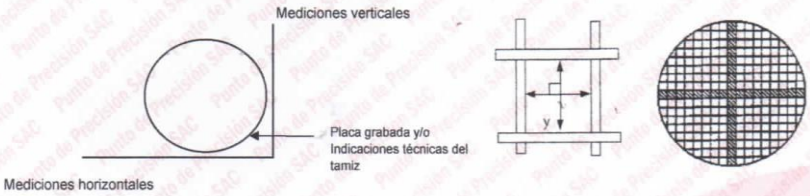
LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS mm										PROMEDIO mm	ESTÁNDAR mm	ERROR mm	(*) DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA mm	DESVIACIÓN ESTANDAR mm
4,75	4,68	4,84	4,78	4,83	4,80	4,80	4,74	4,76	4,75	4,78	4,75	0,03	0,13	0,04
4,80	4,84	4,75	4,84	4,80	4,75	4,80	4,75	4,75	4,80					
4,75	4,75	4,80	4,75	4,75	4,74	4,84	4,75	4,80	4,75					
4,75	4,80	4,75	4,80	4,74	4,80	4,75	4,84	4,75	4,84					
4,80	4,75	4,75	4,84	4,75	4,84	4,80	4,75	4,80	4,75					
4,84	4,75	4,80	4,75	4,80	4,75	4,75	4,84	4,75	4,80					
4,75	4,80	4,75	4,75	4,74	4,84	4,80	4,75	4,74	4,75					
4,75	4,84	4,75	4,80	4,75	4,80	4,84	4,80	4,84	4,75					
4,80	4,75	4,80	4,75	4,80	4,75	4,75	4,84	4,75	4,80					
4,84	4,75	4,75	4,75	4,80	4,75	4,80	4,75	4,80	4,75					



FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 05: Certificado de calibración de tamiz N° 10

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio PP

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2045 - 2022

Expediente : **124-2022**
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : **KAE INGENIERIA S.A.C.**

Dirección : PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : **TAMIZ**

Tamiz N° : **10**

Diametro de Tamiz : **8 pulg**

Marca : **GRAN TEST**

Serie : **66110**

Material : **ACERO**

Color : **PLATEADO**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,6
Humedad %	63	63

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

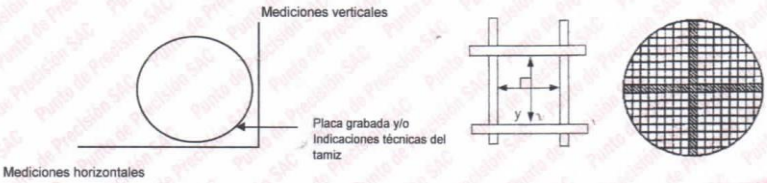
LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS mm										PROMEDIO mm	ESTÁNDAR mm	ERROR mm	(*) DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA mm	DESVIACIÓN ESTANDAR mm
1,972	1,843	1,977	1,860	1,949	1,960	1,960	2,027	1,966	1,983	1,980	2,000	-0,020	0,072	0,023
1,983	1,972	1,983	1,972	1,977	1,983	1,972	1,977	1,983	1,977					
1,977	1,983	1,977	1,983	2,027	1,977	1,977	1,983	1,977	1,983					
1,972	1,977	1,972	1,977	1,972	1,983	2,027	1,972	1,983	1,977					
1,977	1,983	1,977	2,027	1,983	1,972	1,977	1,983	1,977	1,983					
1,983	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977					
1,972	1,977	1,972	2,027	1,972	2,027	2,027	1,983	1,972	1,977					
1,983	1,972	1,983	1,977	1,983	1,977	1,972	2,027	1,977	1,983					
1,977	1,983	1,977	1,972	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977	1,972					
1,977	1,983	2,027	2,027	1,972	1,977	1,972	2,027	1,983	1,977					
2,027	1,972	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977	1,983					
1,983	1,977	1,983	1,977	1,983	1,972	1,983	1,977	1,983	1,972					



FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 06: Certificado de calibración de tamiz N° 20

Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2048 - 2022

Expediente : **124-2022**
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : **KAE INGENIERIA S.A.C.**

Dirección : PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : **TAMIZ**

Tamiz N° : **20**

Diametro de Tamiz : **8 pulg**

Marca : **NO INDICA**

Serie : **NO INDICA**

Material : **ACERO**

Color : **PLATEADO**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,6
Humedad %	61	61

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

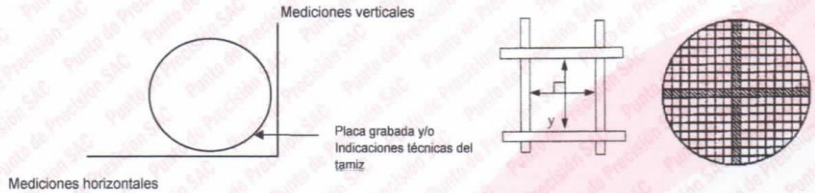
LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS µm										PROMEDIO µm	ESTÁNDAR µm	ERROR µm	(*) DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA µm	DESVIACIÓN ESTANDAR µm
799	855	799	860	776	827	782	843	760	866					
843	827	843	843	827	843	843	827	843	843					
843	799	827	799	843	827	843	799	843	843					
827	843	843	799	843	799	827	843	843	855					
843	843	843	843	855	827	843	827	827	843					
855	855	843	827	843	843	799	843	843	799					
843	827	843	855	799	827	855	827	843	827					
855	843	799	827	843	843	799	843	827	843					
827	843	827	843	843	827	843	843	843	843	833	850	-17	39,36	19,20
799	843	827	843	855	843	843	827	855	843					
855	827	855	799	843	799	799	843	843	827					
855	799	827	843	843	843	827	843	799	843					
843	855	843	799	843	799	843	843	843	799					
827	827	843	855	843	855	843	827	843	827					
799	843	843	843	827	827	799	843	799	843					
843	827	843	827	843	799	827	843	827	843					



FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 07: Certificado de calibración de tamiz N° 40

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio PP

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2051 - 2022

Expediente : **124-2022**
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : **KAE INGENIERIA S.A.C.**

Dirección : PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : **TAMIZ**

Tamiz N° : **40**

Diametro de Tamiz : **8 pulg**

Marca : **GRAN TEST**

Serie : **87227**

Material : **ACERO**

Color : **PLATEADO**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,5
Humedad %	60	60

7. Observaciones
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

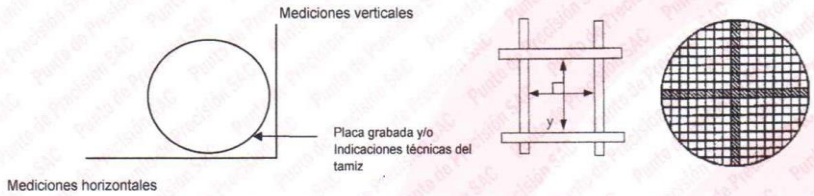
LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS µm										PROMEDIO µm	ESTÁNDAR µm	ERROR µm	(*) DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA µm	DESVIACIÓN ESTANDAR µm
397	413	391	419	402	419	397	413	391	413					
413	391	413	391	397	397	413	391	413	391					
397	413	391	397	413	391	397	397	391	397					
391	397	397	413	391	413	391	413	397	397					
397	397	397	391	397	391	413	391	413	391					
413	391	397	391	413	397	391	397	397	397					
413	397	413	397	413	397	413	397	397	391					
397	397	391	413	397	391	397	391	397	413					
391	413	397	391	397	413	397	413	397	391					
413	391	397	413	391	413	391	397	413	397					
391	413	413	391	413	397	413	391	397	413	400	425	-25	25,08	9,10
413	397	391	397	397	413	397	413	391	397					
397	413	413	391	413	397	397	391	397	413					
391	397	391	397	391	397	413	397	397	391					
413	397	413	397	413	391	397	391	413	397					
397	391	397	413	391	397	413	397	391	413					
413	391	397	413	397	413	397	397	413	397					
413	397	391	397	391	413	391	391	397	391					
397	397	413	397	413	391	413	397	391	413					
391	413	397	391	397	413	391	413	391	397					



FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 08: Certificado de calibración de tamiz N° 60

Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2052 - 2022

Expediente : **124-2022**
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : **KAE INGENIERIA S.A.C.**

Dirección : PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : **TAMIZ**

Tamiz N° : **60**

Diametro de Tamiz : **8 pulg**

Marca : **GRAN TEST**

Serie : **61961**

Material : **ACERO**

Color : **PLATEADO**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,6
Humedad %	60	60

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

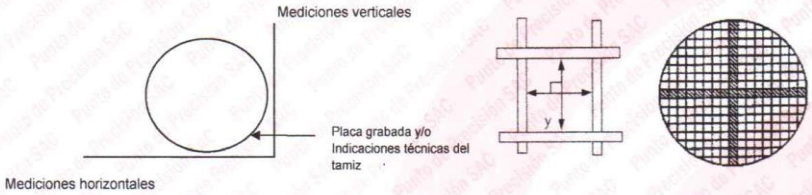
LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS µm										PROMEDIO µm	ESTÁNDAR µm	ERROR µm	(*) DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA µm	DESVIACIÓN ESTANDAR µm
240	223	229	223	218	240	235	229	246	246					
235	229	218	235	229	218	229	218	235	218					
229	235	218	229	223	235	229	235	229	223					
235	218	229	235	218	229	235	229	218	235					
229	235	229	223	235	218	229	218	235	229					
218	229	218	229	218	235	223	229	218	229					
235	229	235	218	229	235	218	235	229	235					
229	218	229	235	229	223	235	229	218	229					
218	229	218	223	218	235	229	218	223	229					
229	218	229	235	229	223	218	235	229	235					
218	229	218	223	218	235	229	218	235	229					
235	223	229	235	223	218	223	229	218	223	227	250	-23	17,99	6,94
229	218	223	218	229	235	223	235	229	235					
229	235	229	235	218	223	218	229	218	229					
218	235	223	218	229	235	229	218	235	229					
235	218	229	235	229	218	218	235	229	218					
218	229	218	235	218	235	229	218	229	235					
229	235	229	218	229	218	235	229	235	229					
235	218	235	229	235	229	218	235	218	235					
229	235	229	223	218	235	229	218	229	235					
218	229	218	235	229	235	218	235	218	229					
235	218	229	218	235	229	235	229	235	218					



FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 09: Certificado de calibración de tamiz N° 140

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio PP

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2055 - 2022

Expediente : **124-2022**
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : **KAE INGENIERIA S.A.C.**

Dirección : PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : **TAMIZ**

Tamiz N° : **140**

Diametro de Tamiz : **8 pulg**

Marca : **GRAN TEST**

Serie : **70771**

Material : **ACERO**

Color : **PLATEADO**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,2
Humedad %	61	61

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

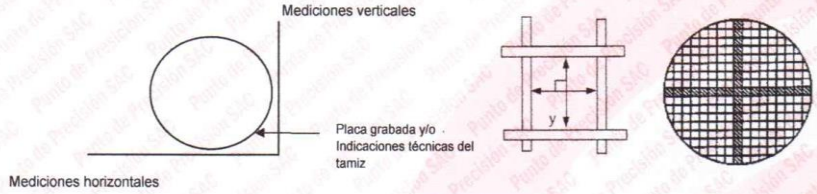
LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS µm										PROMEDIO µm	ESTÁNDAR µm	ERROR µm	(*) DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA µm	DESVIACIÓN ESTANDAR µm
106	106	90	95	78	106	95	84	84	84					
90	95	106	95	106	95	78	106	90	106					
95	106	90	78	90	78	106	95	106	78					
106	78	95	106	95	106	90	106	95	106					
95	106	78	90	106	78	95	90	78	95					
106	90	95	106	95	106	78	106	78	106					
78	95	106	78	106	95	106	90	95	78					
106	78	106	78	95	78	106	95	78	106					
78	90	90	106	90	95	78	95	106	95					
90	106	78	90	106	90	78	106	95	78					
78	106	90	106	78	95	106	78	90	106					
106	90	106	95	106	78	95	106	78	106					
106	95	90	106	95	106	78	95	106	78					
78	106	78	95	106	90	78	106	78	106					
95	106	78	106	78	95	106	78	106	78	93	106	-13	10,77	11,30
78	90	95	78	106	78	90	95	78	106					
106	95	90	78	106	95	106	78	95	106					
78	106	95	106	90	106	95	106	95	78					
78	90	78	106	78	95	78	106	78	106					
106	95	78	95	106	78	106	78	106	95					
78	106	95	106	78	106	78	90	95	78					
78	95	106	78	90	95	95	106	78	106					
95	106	95	78	106	78	106	95	106	78					
106	78	95	106	78	106	95	78	95	106					
106	95	78	106	95	106	78	106	78	78					
78	106	78	95	106	95	78	106	95	106					
106	95	106	90	95	78	106	95	78	78					
95	78	95	106	78	106	95	78	106	95					



FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 10: Certificado de calibración de tamiz N° 200

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio PP

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2056 - 2022

Expediente : **124-2022**
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : **KAE INGENIERIA S.A.C.**

Dirección : PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : **TAMIZ**

Tamiz N° : **200**

Diametro de Tamiz : **8 pulg**

Marca : **GRAN TEST**

Serie : **78303**

Material : **ACERO**

Color : **PLATEADO**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,2
Humedad %	61	61

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

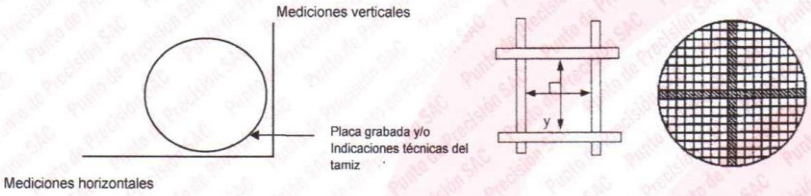
LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS µm										PROMEDIO µm	ESTÁNDAR µm	ERROR µm	(*) DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA µm	DESVIACIÓN ESTANDAR µm
56	84	67	73	56	67	61	61	67	73					
56	73	61	67	73	56	73	67	73	67					
73	67	56	56	67	73	67	56	67	73					
67	73	67	73	61	67	61	73	67	61					
56	56	56	73	56	67	56	67	73	67					
67	73	56	67	67	61	73	56	67	73					
73	67	56	73	61	67	73	61	73	67					
67	73	67	56	67	73	56	67	56	67					
73	56	56	61	73	67	73	56	61	61					
67	61	67	73	67	56	67	73	56	61					
73	67	56	73	56	67	56	67	73	67					
73	67	73	56	67	61	73	73	67	73					
61	56	67	73	67	73	67	56	61	67					
67	73	67	61	56	67	61	73	67	56					
56	67	73	67	73	61	56	61	73	67					
61	67	56	67	73	67	73	67	56	73	65	75	-10	9,02	6,43
67	73	67	56	61	73	56	73	61	67					
56	67	73	67	56	67	73	61	73	56					
61	56	67	61	67	61	61	67	56	67					
56	73	67	56	67	73	56	67	73	61					
67	61	56	73	61	67	73	61	73	56					
73	67	73	67	56	73	67	56	73	67					
56	67	56	67	73	61	73	67	56	73					
67	73	61	56	67	56	67	73	61	67					
67	56	67	73	61	67	73	56	67	73					
73	67	73	56	56	67	56	67	73	56					
61	73	67	73	61	73	61	73	56	67					
73	67	61	67	61	56	73	67	61	73					
61	56	73	67	56	67	56	67	73	67					
56	73	67	73	67	73	67	73	56	61					



FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 11: Certificado de calibración de vernier (Pie de Rey)

Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-2070-2022

Expediente : **124-2022**
Fecha de emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : **KAE INGENIERIA S.A.C.**

Dirección : PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento : **PIE DE REY**

Tipo de Indicación : **DIGITAL**

Alcance de Indicación : **300 mm**

División minima : **0,01 mm**

Marca : **ACCUD**
Modelo : **111-012-12**
Serie : **190508468**
Procedencia : **NO INDICA**
Código de Identificación : **NO INDICA**

3. Lugar y fecha de Calibración

La calibración se realizó en PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH:
Fecha de calibración: 2022-07-08

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa según el PC-012 " Procedimiento de calibración de pie de rey del Indecopi -SNM" Edición 5 , 2012.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
JUEGO DE BLOQUES PATRON	INSIZE	LLA - C - 032 - 2022	INACAL - DA
BLOQUE PATRÓN	INSIZE	LLA - C - 032 - 2022	INACAL - DA
VARILLA PATRÓN	INSIZE	LLA - 208 - 2022	INACAL - DA
ANILLO PATRÓN	INSIZE	LLA - 025 - 2022	INACAL - DA
TERMÓMETRO DE CONTACTO	NO INDICA	CC-7836-2021	INACAL - DA

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,7
Humedad %	66,3	66,3

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autodhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza aproximado del 95 %.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. Resultados

ERROR DE REFERENCIA INICIAL

Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (µm)
0,00	0,00	0

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

Valor Nominal (mm)	Valor Patrón (mm)	Indicación del Pie de Rey			Promedio (mm)	Error (µm)
		Superior (mm)	Central (mm)	Inferior (mm)		
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0
50,00	50,000	49,99	50,01	50,00	50,000	0
100,00	100,000	100,01	100,00	99,99	100,000	0
150,00	150,000	150,00	149,99	150,00	149,997	-3
200,00	200,000	200,01	200,02	200,00	200,010	11
250,00	250,000	250,01	250,00	249,99	250,000	1
300,00	300,000	299,98	299,98	299,99	299,983	-15

ERROR CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL

Valor Nominal (mm)	Error (E) (µm)
200,00	20

ERROR DE REPETIBILIDAD

Valor Nominal (mm)	Error (R) (µm)
300,00	10

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error (S_{E-I}) (µm)
20,00	-3

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD

Valor Nominal (mm)	Error (S_{E-P}) (µm)
20,00	-3

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ERROR DE CONTACTO LINEAL

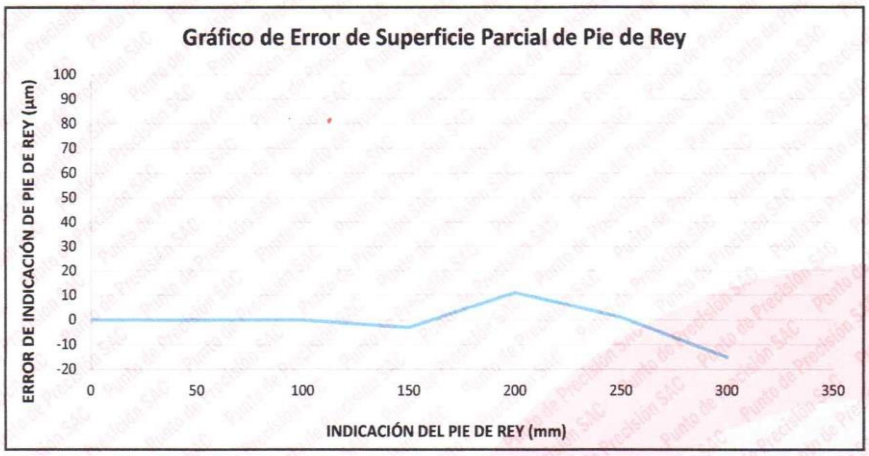
Valor Nominal (mm)	Error (L) (µm)
10,00	0

ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA

Valor Nominal (mm)	Error (J) (µm)
10,00	10

ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN DE INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error (K) (µm)
5,00	0



INCERTIDUMBRE DEL PIE DE REY

U (k=2) = (16,50² + 0,04² x L²)^1/2 µm

Incertidumbre para L = mm	20 µm

Fin del documento

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 12: Certificado de calibración de balanza 6200 gr

Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-422-2022

Expediente	:	**124-2022**
Fecha de Emisión	:	2022-07-11
1. Solicitante	:	**KAE INGENIERIA S.A.C.**
Dirección	:	PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
2. Instrumento de Medición	:	**BALANZA**
Marca	:	**OHAUS**
Modelo	:	**SPX6201**
Número de Serie	:	**C039175150**
Alcance de Indicación	:	**6 200 g**
División de Escala de Verificación (e)	:	**0,1 g**
División de Escala Real (d)	:	**0,1 g**
Procedencia	:	**NO INDICA**
Identificación	:	**NO INDICA**
Tipo	:	**ELECTRÓNICA**
Ubicación	:	**LABORATORIO**
Fecha de Calibración	:	**2022-07-08**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarón las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.
PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	20,1	20,3
Humedad Relativa	63,8	63,8

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 198,9 g para una carga de 6 200,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,1	20,2

Medición	Carga L1= 3 100,00 g			Carga L2= 6 200,01 g		
Nº	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,08	-0,04
2	3 100,0	0,09	-0,04	6 200,1	0,05	0,09
3	3 099,9	0,04	-0,09	6 200,1	0,09	0,05
4	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,0	0,06	-0,02
5	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,08	-0,04
6	3 100,0	0,09	-0,04	6 200,0	0,05	-0,01
7	3 100,0	0,07	-0,02	6 200,0	0,07	-0,03
8	3 099,9	0,04	-0,09	6 200,0	0,09	-0,05
9	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,0	0,06	-0,02
10	3 099,9	0,03	-0,08	6 200,0	0,08	-0,04
Diferencia Máxima			0,08			0,14
Error máximo permitido	±	0,3 g		±	0,3 g	

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,2	20,3

Posición de la Carga	Determinación de E_o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,00	1,0	0,07	-0,02	2 000,00	1 999,9	0,04	-0,09	-0,07
2		1,0	0,05	0,00		1 999,9	0,03	-0,08	-0,08
3		1,0	0,09	-0,04		2 000,0	0,07	-0,02	0,02
4		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,09	-0,04	-0,03
5		1,0	0,08	-0,03		1 999,9	0,03	-0,08	-0,05

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,3 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,3	20,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,06	-0,01						
5,00	5,0	0,08	-0,03	-0,02	5,0	0,05	0,00	0,01	0,1
20,00	20,0	0,05	0,00	0,01	20,0	0,09	-0,04	-0,03	0,1
50,00	50,0	0,09	-0,04	-0,03	50,0	0,06	-0,01	0,00	0,1
500,00	500,0	0,06	-0,01	0,00	500,0	0,08	-0,03	-0,02	0,1
1 000,00	1 000,0	0,08	-0,03	-0,02	1 000,0	0,05	0,00	0,01	0,2
1 500,00	1 500,0	0,07	-0,02	-0,01	1 500,0	0,09	-0,04	-0,03	0,2
2 000,00	1 999,9	0,04	-0,09	-0,08	2 000,0	0,06	-0,01	0,00	0,2
5 000,01	5 000,1	0,09	0,05	0,06	5 000,1	0,08	0,06	0,07	0,3
6 000,01	6 000,0	0,05	-0,01	0,00	6 000,1	0,06	0,08	0,09	0,3
6 200,01	6 200,1	0,07	0,07	0,08	6 200,1	0,07	0,07	0,08	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{corregida} = R + 5{,}66\times10^{-9} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2\sqrt{4{,}40\times10^{-3}\, g^2 + 6{,}37\times10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 13: Certificado de calibración de balanza 30000 gr

Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-424-2022

Expediente	:	**124-2022**
Fecha de Emisión	:	2022-07-11
1. Solicitante	:	**KAE INGENIERIA S.A.C.**
Dirección	:	PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
2. Instrumento de Medición	:	**BALANZA**
Marca	:	**OHAUS**
Modelo	:	**R21PE30ZH**
Número de Serie	:	**B847507395**
Alcance de Indicación	:	**30 000 g**
División de Escala de Verificación (e)	:	**10 g**
División de Escala Real (d)	:	**1 g**
Procedencia	:	**NO INDICA**
Identificación	:	**NO INDICA**
Tipo	:	**ELECTRÓNICA**
Ubicación	:	**LABORATORIO**
Fecha de Calibración	:	**2022-07-08**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarón las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.
PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,6	19,7
Humedad Relativa	61,9	62,9

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 30 006 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19,6	19,6

Medición	Carga L1=	15 000,0 g		Carga L2=	30 000,0 g	
Nº	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
3	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,6	0,9
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,5	0,0
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
7	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,9	0,6
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
9	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,5	0,0
Diferencia Máxima			0,4			1,3
Error máximo permitido	±	20 g		±	30 g	

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LM-424-2022

2		5
	1	
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19,6	19,7

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0	10	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,9	-0,4	-0,3
2		10	0,8	-0,3		10 000	0,6	-0,1	0,2
3		10	0,5	0,0		10 000	0,8	-0,3	-0,3
4		10	0,9	-0,4		10 000	0,5	0,0	0,4
5		10	0,7	-0,2		9 999	0,9	-1,4	-1,2
					Error máximo permitido :	±		20 g	

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19,7	19,7

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
20,0	20	0,5	0,0	0,3	20	0,9	-0,4	-0,1	10
500,0	500	0,9	-0,4	-0,1	500	0,6	-0,1	0,2	10
2 000,0	2 000	0,6	-0,1	0,2	2 000	0,8	-0,3	0,0	10
5 000,0	5 000	0,8	-0,3	0,0	5 000	0,5	0,0	0,3	10
7 000,0	7 000	0,5	0,0	0,3	7 000	0,9	-0,4	-0,1	20
10 000,0	10 000	0,7	-0,2	0,1	10 000	0,6	-0,1	0,2	20
15 000,0	15 000	0,9	-0,4	-0,1	15 000	0,8	-0,3	0,0	20
20 000,0	20 000	0,6	-0,1	0,2	20 001	0,5	1,0	1,3	20
25 000,0	25 001	0,8	0,7	1,0	25 000	0,7	-0,2	0,1	30
30 000,0	30 001	0,5	1,0	1,3	30 001	0,5	1,0	1,3	30

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{corregida} = R - 2{,}16\times10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2\sqrt{4{,}40\times10^{-1}\, g^2 + 1{,}25\times10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_0: Error en cero E_c: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 14: Informe de ensayo de composición química de la arcilla por FRX.

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

INFORME DE ENSAYO
IE-2022-0010

1. **DATOS DEL CLIENTE**

1.1	Cliente	:	CARLOS MANUEL ROJAS PINEDA
1.2	RUC o DNI	:	72951305
1.3	Dirección	:	No Precisa

2. **DATOS DE LA MUESTRA**

2.1	Producto	:	MUESTRA INORGÁNICA
2.2	Fecha de Muestreo	:	No Precisa
2.3	Fecha de Recepción	:	07 de noviembre de 2022
2.4	Fechas de Ensayo	:	11 de noviembre de 2022
2.5	Fecha de Emisión	:	15 de noviembre de 2022

3. **ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
EGC011 - Ensayo de Fluorescencia de Rayos X Composición Química por elemento Sodio a Uranio (Expresado en óxidos)	Fluorescencia de Rayos X - FRX

Laboratorio de ensayo e investigación

DIEGO ROMANO VERGARAY CARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

Jefe de Laboratorio

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.AC. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción de Muestra [c]: ARCILLA

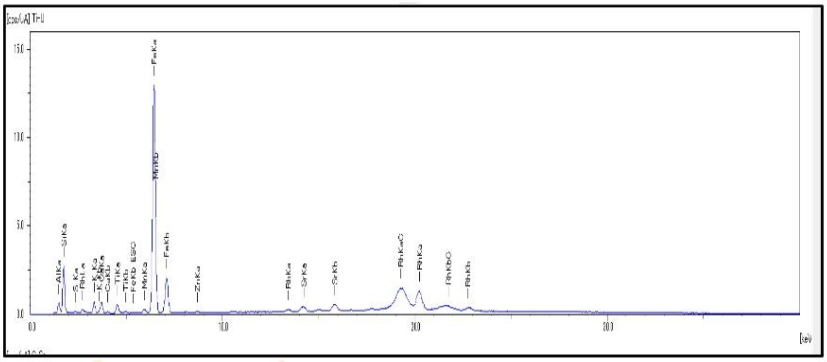
- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX-720 espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Muestra pulverizada pasante malla N°100
- Límite de detección del equipo es 0.010%.

Tabla N°1: RESULTADOS OTENIDOS (EXPRESADO EN ÓXIDOS)

Código de Laboratorio	Composición química	Unidad	Resultados
S-0031	Óxido de Aluminio, Al_2O_3	%	40,135
	Óxido de Silicio, SiO_2	%	34,711
	Óxido de Hierro, Fe_2O_3	%	7,684
	Óxido de Potasio, K_2O	%	6,870
	Óxido de Magnesio, MgO	%	3,481
	Óxido de Calcio, Ca	%	1,000
	Óxido de Titanio, TiO_2	%	0,578
	Óxido de Fósforo, P_2O_5	%	0,314
	Óxido de Manganeso, MnO	%	0,144
	Óxido de Azufre, SO_3	%	0,038
	Óxido de Estroncio, SrO	%	0,024
	Óxido de Zinc, ZnO	%	0,021
	Perdida por Calcinación	%	4,990

Nota N°1: Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.AC. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.



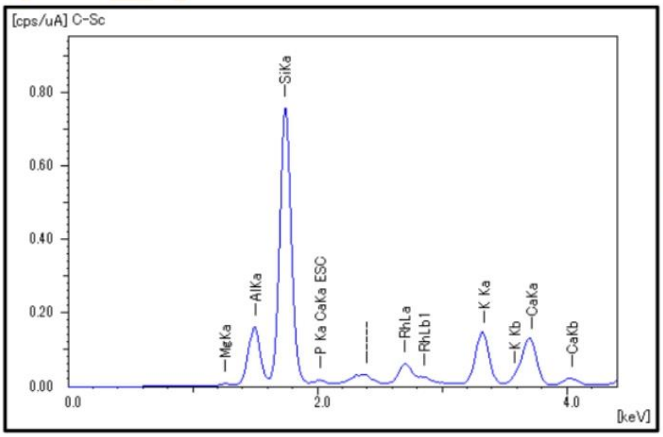


Figura N°1. Gráfica de intensidad Vs Energía de la muestra.

FIN DE DOCUMENTO

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.AC. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.

ANEXO 15: Informe de ensayo de composición química de la ceniza por FRX.

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

INFORME DE ENSAYO

IE-031022-01

1. **DATOS DEL CLIENTE**
   - 1.1 Cliente : CARLOS MANUEL ROJAS PINEDA / QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS
   - 1.2 RUC o DNI : 72951305
   - 1.3 Tesis : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022

2. **FECHAS**
   - 2.1 Inicio : 03 de octubre de 2022
   - 2.2 Finalización : 10 de octubre de 2022
   - 2.3 Emisión de informe : 10 de octubre de 2022

3. **CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO**
   - 3.1 Temperatura : 20.2°C
   - 3.2 Humedad Relativa : 54%

4. **ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Determinación de Composición química (SiO_2, $Al2O_3$, Fe2O3, CaO, MgO, LOI, etc.)	Espectroscopia de fluorescencia de rayos X de energía Dispersiva (FRXDE)

5. **DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA**

Tabla N°1: DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Código SLAB	Tipo de Muestra	Descripción
S-4950	Muestra Inorgánica	Ceniza de Carbón Vegetal

- 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.

DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL MZ E LT 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. – Teléfono 721 6212 – Cel: 949494763
www.slabperu.com – contacto@slabperu.com

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX-720 espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Muestra pulverizada pasante malla N°100
- Límite de detección del equipo es 0.010%.

Tabla N°2: RESULTADOS DE COMPOSICIÓN (ÓXIDOS)

Muestra	Composición química	Unidad	Resultados
S-4950	Óxido de Calcio CaO	%	46,333
	Óxido de Potasio K_2O	%	33,639
	Óxido de Magnesio MgO	%	15,441
	Óxido de Fósforo P_2O_5	%	4,096
	Óxido de Azufre SO_3	%	0,359
	Óxido de Hierro Fe_2O_3	%	0,120
	Óxido de Cobre CuO	%	0,012

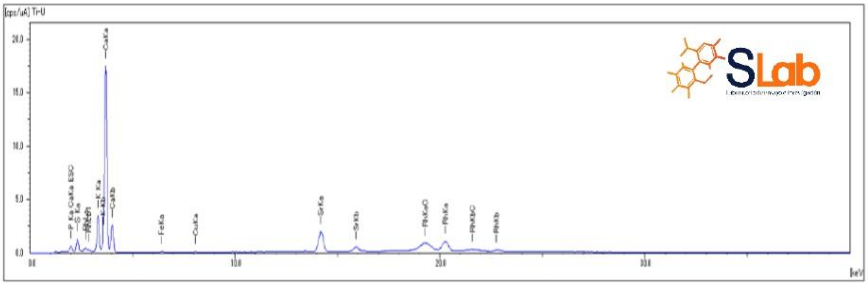
Nota N°1: Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.

FIGURA N°1: EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- 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.

DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL MZ E LT 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. – Teléfono 721 6212 – Cel: 949494763
www.slabperu.com – contacto@slabperu.com



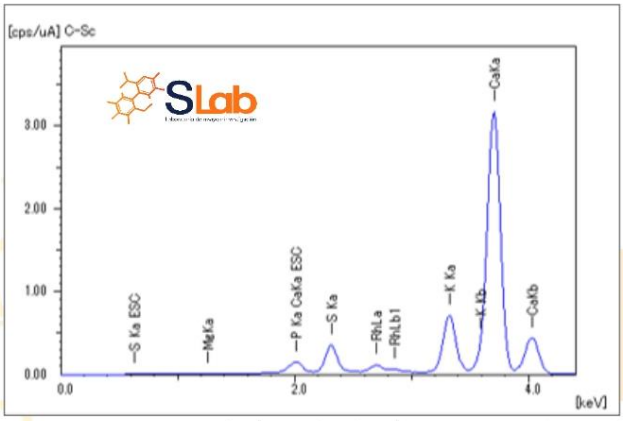


FIGURA N°2: GRÁFICAS INTENSIDAD VS ENERGÍA

- 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.

FIN DE DOCUMENTO

DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL MZ E LT 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. – Teléfono 721 6212 – Cel: 949494763
www.slabperu.com – contacto@slabperu.com

ANEXO 16: Informe de ensayo de análisis granulométrico de la ceniza.

KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

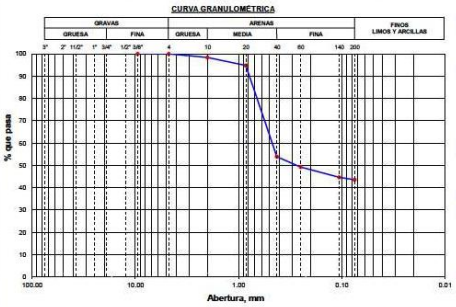
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	REGISTRO N°:	CC-PFM-GRA-02
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA:	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	28/09/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra		Peso de Muestra		% Gravas , Arena y Finos		Coef. Uniformidad y Curvatura		Clasificacion SUCS
Calicata :	-	Peso Inicial Seco (gr) =	450.0	Grava (No.4 < Diam < 3") =	0.02%	D60 (mm) =	0.47	SM (Arena Limosa)
Muestra :	Ceniza	Peso Mat. < N°4 (gr) =	449.9	Arena (No.200 < Diam < No.4) =	56.42%	D30 (mm) =	--	Clasificacion SUCS
Estrato :	-	Peso de Fracción (gr) =	449.9	Finos (Diam < No.200) =	43.56%	D10 (mm) =	--	A-4 (2)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"	0	0.0	0.0	100.00
4.750	N° 4	0	0.0	0.0	99.98
2.000	N° 10	7.20	1.6	1.6	98.38
0.850	N° 20	16.20	3.6	5.2	94.78
0.425	N° 40	184.00	40.9	46.1	53.89
0.250	N° 60	20.80	4.6	50.7	49.27
0.106	N° 140	20.70	4.6	55.3	44.67
0.075	N° 200	5.00	1.1	56.4	43.56
	FONDO	196.00	43.6	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.			
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso De Agua	gr.			
Peso Del Tarro	gr.		NO PRESENTA	
Peso Del Suelo Seco	gr.			
Contenido De Humedad	%			
Numero De Golpes	N°			
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.			
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso De Agua	gr.		NO PLÁSTICO	
Peso Del Tarro	gr.			
Peso Del Suelo Seco	gr.			
Contenido De Humedad	%			

Limite Líquido	N.P.
Limite Plástico	N.P.
Indice Plasticidad	N.P.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"		Tara N°	
		-	-
Peso Tara	gr.	-	-
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	-	-
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	-	-
Peso Agua	gr.	-	-
Peso Suelo Seco	gr.	-	-
Contenido de Humedad	%	-	-
Contenido de Humedad Promedio	%	-	

KAE Ingeniería
Héctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V°B°
GERENCIA

Pje. Fátima - Mz. Y´, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

ANEXO 17: Informe de ensayo de análisis granulométrico de la arcilla patrón.

KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

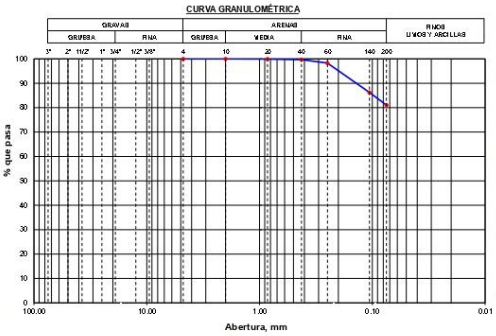
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N°:**	CC-PFM-GRA-03
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA:	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	**FECHA:**	10/10/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas , Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificacion SUCS
Muestra : **Patrón**	Peso Inicial Seco (gr) = **500.1** Peso Mat. < N°4 (gr) = **500.1** Peso de Fracción (gr) = **500.1**	Grava (No.4 < Diam < 3") = **0.00%** Arena (No.200 < Diam < No.4) = **18.96%** Finos (Diam < No.200) = **81.04%**	D60 (mm) = -- D30 (mm) = -- D10 (mm) = --	**CH (Arcilla Densa con Arena)** **Clasificación AASHTO** **A-7-6 (9)**

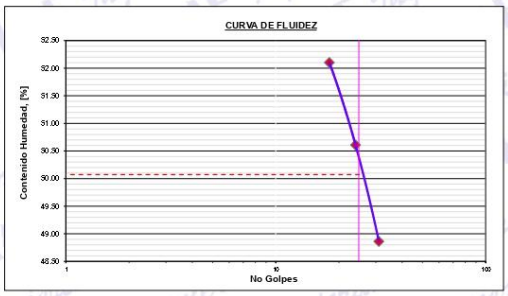
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"				
4.750	N° 4	0.0	0.0	0.0	**100.00**
2.000	N° 10	0.00	0.0	0.0	**100.00**
0.850	N° 20	0.20	0.0	0.0	**99.96**
0.425	N° 40	1.50	0.3	0.3	**99.66**
0.250	N° 60	6.90	1.4	1.7	**98.28**
0.106	N° 140	60.10	12.0	13.7	**86.26**
0.075	N° 200	26.10	5.2	19.0	**81.04**
	FONDO	405.30	81.0	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 07	T - 03	T - 29
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	45.21	35.46	41.21
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	36.61	29.64	34.00
Peso De Agua	gr.	8.60	5.82	7.21
Peso Del Tarro	gr.	20.11	18.14	19.25
Peso Del Suelo Seco	gr.	16.50	11.50	14.75
Contenido De Humedad	%	52.10	50.61	48.86
Numero De Golpes	N°	18	24	31
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro		T - 08	T - 06	T - 17
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	24.12	25.31	24.16
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	23.02	24.25	23.17
Peso De Agua	gr.	1.10	1.06	0.99
Peso Del Tarro	gr.	19.11	20.36	19.47
Peso Del Suelo Seco	gr.	3.91	3.89	3.70
Contenido De Humedad	%	28.13	27.25	26.76



Limite Líquido	**50.1%**
Límite Plástico	**27.4%**
Indice Plasticidad	**22.7%**

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"		Tara N°	
		--	--
Peso Tara	gr.	--	--
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	--	--
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	--	--
Peso Agua	gr.	--	--
Peso Suelo Seco	gr.	--	--
Contenido de Humedad	%	--	--
Contenido de Humedad Promedio	%	--	

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

Pje. Fátima - Mz. Y´, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

ANEXO 18: Informe de ensayo de análisis granulométrico de la arcilla al 5% de ceniza.

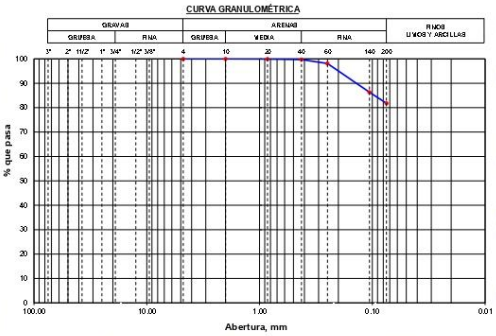
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	REGISTRO N°:	CC-PFM-GRA-03
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA:	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	10/10/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas , Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificacion SUCS
Muestra : Patrón + 5% Ceniza	Peso Inicial Seco (gr) = 519.8 Peso Mat. < N°4 (gr) = 519.8 Peso de Fracción (gr) = 519.8	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.00% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 18.20% Finos (Diam < No.200) = 81.80%	D60 (mm) = -- D30 (mm) = -- D10 (mm) = --	CH (Arcilla Densa con Arena) Clasificación AASHTO A-7-6 (9)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"				
4.750	N° 4	0.0	0.0	0.0	**100.00**
2.000	N° 10	0.00	0.0	0.0	**100.00**
0.850	N° 20	0.30	0.1	0.1	**99.94**
0.425	N° 40	1.20	0.2	0.3	**99.71**
0.250	N° 60	8.30	1.6	1.9	**98.11**
0.106	N° 140	61.20	11.8	13.7	**86.34**
0.075	N° 200	23.60	4.5	18.2	**81.80**
	FONDO	425.20	81.8	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 04	T - 07	T - 15
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	35.75	45.52	43.26
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	29.50	36.84	35.40
Peso De Agua	gr.	6.25	8.69	7.86
Peso Del Tarro	gr.	17.96	20.13	19.63
Peso Del Suelo Seco	gr.	11.54	16.71	15.77
Contenido De Humedad	%	54.16	51.99	49.83
Numero De Golpes	N°	17	24	31
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro		T - 04	T - 07	T - 09
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	25.97	26.21	24.13
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	24.58	25.24	23.29
Peso De Agua	gr.	1.39	0.97	0.84
Peso Del Tarro	gr.	19.22	21.39	19.89
Peso Del Suelo Seco	gr.	5.36	3.85	3.40
Contenido De Humedad	%	25.93	25.19	24.71

Limite Líquido	51.7%
Límite Plástico	25.3%
Indice Plasticidad	26.5%

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"		Tara N°	
		--	--
Peso Tara	gr.	--	--
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	--	--
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	--	--
Peso Agua	gr.	--	--
Peso Suelo Seco	gr.	--	--
Contenido de Humedad	%	--	--
Contenido de Humedad Promedio	%	--	

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

ANEXO 19: Informe de ensayo de análisis granulométrico de la arcilla al 10% de ceniza.

KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

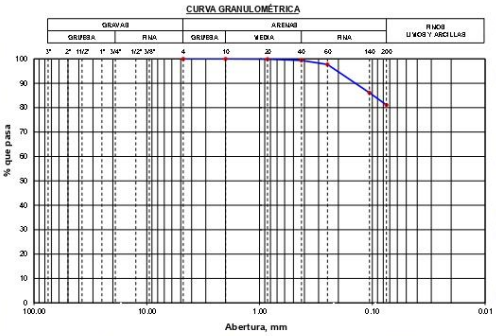
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	REGISTRO N°:	CC-PFM-GRA-03
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA:	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	10/10/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas , Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificacion SUCS
Muestra : Patrón + 10% Ceniza	Peso Inicial Seco (gr) = 501.0 Peso Mat. < N°4 (gr) = 501.0 Peso de Fracción (gr) = 501.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.00% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 18.89% Finos (Diam < No.200) = 81.11%	D60 (mm) = -- D30 (mm) = -- D10 (mm) = --	CL (Arcilla Ligera con Arena) Clasificación AASHTO A-7-6 (9)

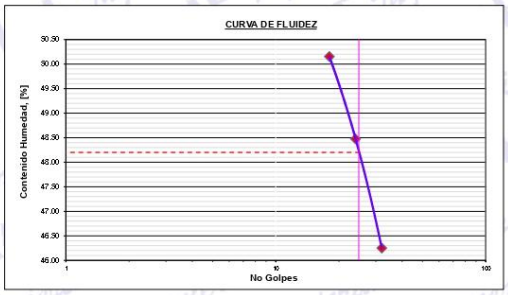
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"				
4.750	N° 4	0.0	0.0	0.0	**100.00**
2.000	N° 10	0.00	0.0	0.0	**100.00**
0.850	N° 20	0.60	0.1	0.1	**99.88**
0.425	N° 40	2.60	0.5	0.6	**99.36**
0.250	N° 60	8.20	1.6	2.3	**97.72**
0.106	N° 140	58.20	11.6	13.9	**86.10**
0.075	N° 200	25.00	5.0	18.9	**81.11**
	FONDO	406.40	81.1	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 36	T - 13	T - 10
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	32.64	42.16	41.56
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	27.78	34.81	34.78
Peso De Agua	gr.	4.86	7.35	6.78
Peso Del Tarro	gr.	18.09	19.66	20.13
Peso Del Suelo Seco	gr.	9.69	15.15	14.65
Contenido De Humedad	%	50.15	48.48	46.25
Numero De Golpes	N°	18	24	32
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro		T - 08	T - 17	T - 09
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	24.50	25.36	24.36
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	23.24	24.21	23.49
Peso De Agua	gr.	1.26	1.15	0.87
Peso Del Tarro	gr.	18.10	19.24	19.89
Peso Del Suelo Seco	gr.	5.14	4.97	3.60
Contenido De Humedad	%	24.51	23.14	24.17



Limite Líquido	**48.2%**
Límite Plástico	**23.9%**
Indice Plasticidad	**24.3%**

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"		Tara N°	
		--	--
Peso Tara	gr.	--	--
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	--	--
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	--	--
Peso Agua	gr.	--	--
Peso Suelo Seco	gr.	--	--
Contenido de Humedad	%	--	--
Contenido de Humedad Promedio	%	--	

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

Pje. Fátima - Mz. Y´, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

ANEXO 20: Informe de ensayo de análisis granulométrico de la arcilla al 15% de ceniza.

KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

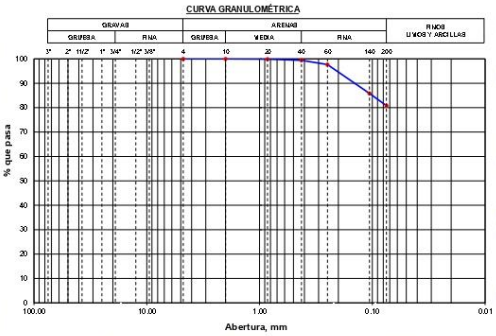
TESIS:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	REGISTRO N°:	CC-PFM-GRA-03
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA:	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	10/10/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas , Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificacion SUCS
Muestra : Patrón + 15% Ceniza	Peso Inicial Seco (gr) = 504.1 Peso Mat. < N°4 (gr) = 504.1 Peso de Fracción (gr) = 504.1	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.00% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 19.17% Finos (Diam < No.200) = 80.83%	D60 (mm) = -- D30 (mm) = -- D10 (mm) = --	CL (Arcilla Ligera con Arena) Clasificación AASHTO A-7-6 (9)

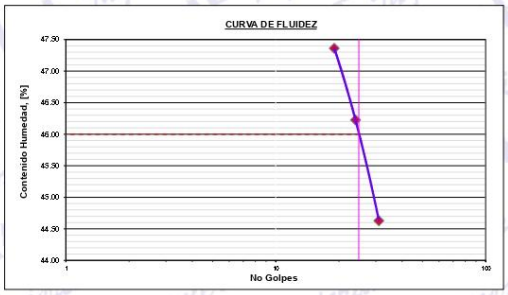
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"				
4.750	N° 4	0.0	0.0	0.0	**100.00**
2.000	N° 10	0.00	0.0	0.0	**100.00**
0.850	N° 20	0.50	0.1	0.1	**99.90**
0.425	N° 40	2.40	0.5	0.6	**99.42**
0.250	N° 60	8.70	1.7	2.3	**97.69**
0.106	N° 140	59.70	11.8	14.2	**85.85**
0.075	N° 200	25.30	5.0	19.2	**80.83**
	FONDO	407.50	80.8	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 47	T - 20	T - 14
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	43.69	53.26	50.89
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	35.61	42.85	41.28
Peso De Agua	gr.	8.08	10.41	9.61
Peso Del Tarro	gr.	18.54	20.33	19.74
Peso Del Suelo Seco	gr.	17.07	22.52	21.54
Contenido De Humedad	%	47.36	46.23	44.63
Numero De Golpes	N°	19	24	31
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro		T - 08	T - 36	T - 11
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	25.31	24.21	23.54
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	24.45	23.53	22.78
Peso De Agua	gr.	0.86	0.68	0.76
Peso Del Tarro	gr.	20.69	20.47	19.47
Peso Del Suelo Seco	gr.	3.76	3.06	3.31
Contenido De Humedad	%	22.87	22.22	22.96



Limite Líquido	**46.0%**
Límite Plástico	**22.7%**
Indice Plasticidad	**23.3%**

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"		Tara N°	
		--	--
Peso Tara	gr.	--	--
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	--	--
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	--	--
Peso Agua	gr.	--	--
Peso Suelo Seco	gr.	--	--
Contenido de Humedad	%	--	--
Contenido de Humedad Promedio	%	--	

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

Pje. Fátima - Mz. Y´, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

|ANEXO 21: Informe de ensayo de resistencia a la comprensión de los ladrillos patrón, 5%, 10% y 15%.

KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	REGISTRO:	CC-PFM-RC-01
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	5/09/2021

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39)

TABLA Nº01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

IDENTIFICACION ESPECIMEN		DIMENSIONES (mm)			AREA (cm2)	
		L	A	H	BRUTA	NETA
1	Muestra N°01 - Ladrillo Patrón	235.8	128.40	89.69	302.8	183.1
2	Muestra N°02 - Ladrillo Patrón	238.4	129.10	89.32	307.8	185.4
3	Muestra N°03 - Ladrillo Patrón	237.1	126.80	89.51	300.6	181.7
4	Muestra N°04 - Ladrillo Patrón	236.9	128.50	89.34	304.4	184.0
5	Muestra N°05 - Ladrillo Patrón	239.8	129.40	89.52	310.3	188.8
PROMEDIO		237.60	128.44	89.48	305.2	184.6

TABLA Nº02 AREA DE VACIOS

IDENTIFICACION ESPECIMEN		VOLUMEN (cm3)			AREA DE VACIOS
		VACIOS		UNIDAD	(%)
1	Muestra N°01 - Ladrillo Patrón	1073		2716	40
2	Muestra N°02 - Ladrillo Patrón	1093		2749	40
3	Muestra N°03 - Ladrillo Patrón	1065		2691	40
4	Muestra N°04 - Ladrillo Patrón	1075		2720	40
5	Muestra N°05 - Ladrillo Patrón	1087		2778	39
PROMEDIO		1079		2731	40

TABLA Nº03 COMPRESION DE UNIDADES

IDENTIFICACION ESPECIMEN		P max (Kg)	f'b (kg/cm2)	
			BRUTA	NETA
1	Muestra N°01 - Ladrillo Patrón	55217	182	302
2	Muestra N°02 - Ladrillo Patrón	57609	187	311
3	Muestra N°03 - Ladrillo Patrón	57458	191	316
4	Muestra N°04 - Ladrillo Patrón	56600	186	308
5	Muestra N°05 - Ladrillo Patrón	56279	181	298
PROMEDIO		56632	186	307

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta y neta, en kg/cm2

Observacion: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE INGENIERIA V°B° GERENCIA

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	REGISTRO:	CC-PFM-RC-02
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	5/09/2021

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(ASTM - C39)

TABLA Nº01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

IDENTIFICACION		DIMENSIONES (mm)			AREA (cm2)	
ESPECIMEN		L	A	H	BRUTA	NETA
1	Muestra N°01 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	236.4	128.60	89.36	304.0	182.9
2	Muestra N°02 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	237.1	129.40	88.47	306.8	186.5
3	Muestra N°03 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	235.9	127.50	90.25	300.8	182.8
4	Muestra N°04 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	238.4	128.30	91.14	305.9	185.7
5	Muestra N°05 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	237.9	128.80	88.32	306.4	184.7
PROMEDIO		**237.14**	**128.52**	**89.51**	**304.8**	**184.5**

TABLA Nº02 AREA DE VACIOS

IDENTIFICACION		VOLUMEN (cm3)			AREA DE VACIOS
ESPECIMEN		VACIOS		UNIDAD	(%)
1	Muestra N°01 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	1082		2717	**40**
2	Muestra N°02 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	1064		2714	**39**
3	Muestra N°03 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	1065		2714	**39**
4	Muestra N°04 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	1095		2788	**39**
5	Muestra N°05 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	1075		2706	**40**
PROMEDIO		**1076**		**2728**	**39**

TABLA Nº03 COMPRESION DE UNIDADES

IDENTIFICACION		P max	f'b (kg/cm2)	
ESPECIMEN		(Kg)	BRUTA	NETA
1	Muestra N°01 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	50715	167	277
2	Muestra N°02 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	51845	169	278
3	Muestra N°03 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	49938	166	273
4	Muestra N°04 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	51512	168	277
5	Muestra N°05 - Ladrillo Experimental al 5% Ceniza	51351	168	278
PROMEDIO		**51072**	**168**	**277**

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta y neta, en kg/cm2

Observacion: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE INGENIERIA V°B° GERENCIA

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	REGISTRO:	CC-PFM-RC-03
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	5/09/2021

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(ASTM - C39)

TABLA Nº01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

IDENTIFICACION		DIMENSIONES (mm)			AREA (cm2)	
ESPECIMEN		L	A	H	BRUTA	NETA
1	Muestra N°01 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	238.6	130.50	87.85	311.4	192.0
2	Muestra N°02 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	239.1	128.60	88.69	307.5	187.1
3	Muestra N°03 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	237.5	127.90	87.21	303.8	184.6
4	Muestra N°04 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	238.2	128.40	89.56	305.8	185.7
5	Muestra N°05 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	236.8	129.10	88.25	305.7	186.5
PROMEDIO		**238.04**	**128.90**	**88.31**	**306.8**	**187.2**

TABLA Nº02 AREA DE VACIOS

IDENTIFICACION		VOLUMEN (cm3)			AREA DE VACIOS
ESPECIMEN		VACIOS		UNIDAD	(%)
1	Muestra N°01 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	1049		2735	**38**
2	Muestra N°02 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	1068		2727	**39**
3	Muestra N°03 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	1039		2649	**39**
4	Muestra N°04 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	1076		2739	**39**
5	Muestra N°05 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	1052		2698	**39**
PROMEDIO		**1057**		**2710**	**39**

TABLA Nº03 COMPRESION DE UNIDADES

IDENTIFICACION		P max	f'b (kg/cm2)	
ESPECIMEN		(Kg)	BRUTA	NETA
1	Muestra N°01 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	46344	149	241
2	Muestra N°02 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	45789	149	245
3	Muestra N°03 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	44224	146	240
4	Muestra N°04 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	44699	146	241
5	Muestra N°05 - Ladrillo Experimental al 10% Ceniza	45113	148	242
PROMEDIO		**45234**	**147**	**242**

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta y neta, en kg/cm2

Observacion: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE INGENIERIA V°B° GERENCIA

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	REGISTRO:	CC-PFM-RC-04
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	5/09/2021

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(ASTM - C39)

TABLA Nº01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

IDENTIFICACION		DIMENSIONES (mm)			AREA (cm2)	
ESPECIMEN		L	A	H	BRUTA	NETA
1	Muestra N°01 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	238.9	127.80	88.65	305.3	187.2
2	Muestra N°02 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	237.4	129.40	87.49	307.2	190.0
3	Muestra N°03 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	235.5	126.80	89.14	298.6	187.1
4	Muestra N°04 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	239.1	127.90	88.90	305.8	191.9
5	Muestra N°05 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	238.4	128.80	87.60	307.1	187.9
PROMEDIO		**237.86**	**128.14**	**88.36**	**304.8**	**188.8**

TABLA Nº02 AREA DE VACIOS

IDENTIFICACION		VOLUMEN (cm3)			AREA DE VACIOS
ESPECIMEN		VACIOS		UNIDAD	(%)
1	Muestra N°01 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	1047		2707	**39**
2	Muestra N°02 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	1026		2688	**38**
3	Muestra N°03 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	994		2662	**37**
4	Muestra N°04 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	1012		2719	**37**
5	Muestra N°05 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	1044		2690	**39**
PROMEDIO		**1025**		**2693**	**38**

TABLA Nº03 COMPRESION DE UNIDADES

IDENTIFICACION		P max	f'b (kg/cm2)	
ESPECIMEN		(Kg)	BRUTA	NETA
1	Muestra N°01 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	36301	119	194
2	Muestra N°02 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	36553	119	192
3	Muestra N°03 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	35210	118	188
4	Muestra N°04 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	37058	121	193
5	Muestra N°05 - Ladrillo Experimental al 15% Ceniza	37613	122	200
PROMEDIO		**36547**	**120**	**194**

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta y neta, en kg/cm2

Observacion: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE INGENIERIA V°B° GERENCIA

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087

ANEXO 22: Informe de ensayo de alabeo de los ladrillos patrón, 5%, 10% y 15%.

TITULO :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-ALA-01
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

ALABEO

(NTP 399.613)

Muestra: Patron

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	1	0	1	2
M-02	2	1	2	0
M-03	1	1	0	1
M-04	1	2	2	1
M-05	0	0	1	1
Promedio	**0.50**	**0.40**	**0.60**	**0.50**

Concavo: 0.55 mm **Convexo:** 0.45 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

TITULO :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-ALA-02
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

ALABEO

(NTP 399.613)

Muestra: Patron + 5% Ceniza

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	2	1	2	0
M-02	3	0	1	1
M-03	1	3	2	2
M-04	2	2	3	1
M-05	0	2	1	1
Promedio	**0.80**	**0.80**	**0.90**	**0.50**

Concavo: 0.85 mm **Convexo:** 0.65 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

TITULO :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-ALA-03
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

ALABEO

(NTP 399.613)

Muestra: Patron + 10% Ceniza

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	1	2	1	1
M-02	2	1	0	2
M-03	4	3	0	2
M-04	1	1	2	2
M-05	2	0	1	0
Promedio	**1.00**	**0.70**	**0.40**	**0.70**

Concavo: 0.70 mm **Convexo:** 0.70 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERÍA
V° B°
GERENCIA

TITULO :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-ALA-04
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

ALABEO

(NTP 399.613)

Muestra: Patron + 15% Ceniza

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	2	0	2	3
M-02	1	2	3	1
M-03	0	1	1	1
M-04	3	0	2	3
M-05	1	1	3	2
Promedio	**0.70**	**0.40**	**1.10**	**1.00**

Concavo: 0.90 mm **Convexo:** 0.70 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 116087

KAE INGENIERIA
V°B°
GERENCIA

ANEXO 23: Informe de ensayo de variación dimensional de los ladrillos patrón, 5%, 10% y 15%.

KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-VD-01
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

VARIACIÓN DIMENSIONAL

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Patrón **Largo:** 240mm **Ancho:** 130mm **Alto:** 90mm

Especímen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	236.5	237.4	236.9	237.9	237.2	128.0	129.8	127.9	128.4	128.5	89.3	89.5	90.1	89.6	89.6
M-2	238.4	239.6	238.1	236.8	238.2	129.4	128.0	128.4	127.9	128.4	88.5	89.4	90.5	87.1	88.9
M-3	239.1	238.5	239.5	239.0	239.0	127.6	127.6	127.3	129.3	128.0	88.7	87.6	88.6	86.0	87.7
M-4	237.6	237.4	238.3	238.4	237.9	128.5	125.9	128.6	130.2	128.3	88.2	89.8	90..6	88.5	88.8
M-5	238.4	238.5	237.4	237.2	237.9	127.6	126.7	129.4	127.5	127.8	88.1	90.5	88.2	89.3	89.0
M-6	238.5	239.6	237.9	238.6	238.7	128.4	129.5	128.4	127.4	128.4	88.9	88.7	88.6	89.3	88.9
M-7	239.4	239.1	239.5	237.9	239.0	129.5	129.0	128.4	128.0	128.7	90.1	89.2	88.7	89.6	89.4
M-8	238.7	239.0	238.1	238.9	238.7	129.3	129.4	128.2	128.9	129.0	90.0	89.0	89.4	88.9	89.3
M-9	239.4	239.4	238.3	238.1	238.8	128.4	128.7	128.3	127.1	128.1	90.3	89.1	90.9	89.4	89.9
M-10	238.5	238.5	238.4	238.2	238.4	129.3	128.6	129.1	128.2	128.8	88.4	90.2	90.0	89.2	89.5
				Dp	238.37				**Dp**	128.40				**Dp**	89.11
				De	240.00				**De**	130.00				**De**	90.00
				V (%)	**0.68**				**V (%)**	**1.23**				**V (%)**	**0.99**

Observaión: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-VD-02
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

VARIACIÓN DIMENSIONAL

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Patrón + 5% Ceniza **Largo:** 240mm **Ancho:** 130mm **Alto:** 90mm

Especímen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	238.5	238.1	239.1	238.0	238.4	128.5	127.6	128.2	128.3	128.2	87.9	89.2	88.2	89.2	88.6
M-2	239.1	238.4	239.4	238.1	238.8	129.4	129.8	128.4	129.4	129.3	90.5	89.5	89.2	87.3	89.1
M-3	237.5	238.6	239.5	237.6	238.3	128.4	128.4	127.9	128.3	128.3	88.4	87.8	90.5	88.6	88.8
M-4	238.1	238.0	238.6	239.0	238.4	129.6	127.6	129.3	127.5	128.5	87.5	88.6	90.1	87.5	88.4
M-5	239.5	237.9	238.4	238.1	238.5	128.5	129.3	130.0	127.2	128.8	88.3	89.6	88.8	89.3	89.0
M-6	238.4	238.5	238.1	238.5	238.4	129.4	129.6	128.6	129.6	129.3	89.3	89.4	89.2	90.0	89.5
M-7	239.2	238.1	239.2	239.4	239.0	128.5	129.0	129.7	128.7	129.0	88.5	90.2	88.5	90.2	89.4
M-8	238.5	239.6	238.2	238.1	238.6	129.5	129.4	129.3	127.9	129.0	90.5	88.1	89.3	89.5	89.4
M-9	237.6	239.1	237.9	238.6	238.3	129.3	128.2	129.1	128.5	128.8	89.2	89.2	89.7	90.3	89.6
M-10	238.1	238.4	239.0	239.0	238.6	128.7	129.7	129.5	129.6	129.4	89.5	88.6	90.1	90.0	89.6
				Dp	238.53				Dp	128.84				Dp	89.13
				De	240.00				De	130.00				De	90.00
				V (%)	0.61				V (%)	0.90				V (%)	0.96

Observaión: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-VD-03
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

VARIACIÓN DIMENSIONAL

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Patrón + 10% Ceniza **Largo:** 240mm **Ancho:** 130mm **Alto:** 90mm

Especímen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	238.5	234.6	239.6	238.1	237.7	128.4	128.3	128.6	127.9	128.3	89.3	90.1	89.4	87.9	89.2
M-2	237.9	238.5	238.0	237.6	238.0	129.6	127.6	129.9	129.5	129.2	90.5	90.6	89.2	89.9	90.1
M-3	240.1	239.1	237.6	239.5	239.1	128.0	129.8	129.8	128.6	129.1	88.6	88.3	89.3	89.5	88.9
M-4	238.6	237.4	239.1	239.4	238.6	129.1	129.4	130.1	128.4	129.3	90.4	88.1	90.2	89.4	89.5
M-5	239.5	238.5	237.5	238.5	238.5	128.0	129.0	128.5	127.8	128.3	89.2	87.9	90.2	88.2	88.9
M-6	238.5	239.1	238.4	239.4	238.9	129.0	128.3	128.4	129.4	128.8	90.1	89.5	90.2	89.2	89.8
M-7	239.1	238.4	238.5	239.1	238.8	128.4	129.4	127.9	128.3	128.5	88.6	89.1	89.4	89.3	89.1
M-8	238.5	238.6	238.9	238.1	238.5	127.9	129.5	128.6	129.0	128.8	90.4	86.5	88.9	89.4	88.8
M-9	239.6	239.5	237.6	238.5	238.8	129.3	129.0	128.2	129.5	129.0	88.7	88.9	88.7	89.0	88.8
M-10	237.5	238.0	238.5	238.6	238.2	129.5	129.6	129.5	129.4	129.5	87.9	89.6	89.5	90.0	89.3
				Dp	238.5				Dp	128.86				Dp	89.23
				De	240.0				De	130.00				De	90.00
				V (%)	0.62				V (%)	0.88				V (%)	0.86

Observaión: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V°B°
GERENCIA

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-VD-04
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

VARIACIÓN DIMENSIONAL

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Patrón + 15% Ceniza **Largo:** 240mm **Ancho:** 130mm **Alto:** 90mm

Especímen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	238.9	238.4	237.9	238.7	238.5	128.4	128.4	128.4	129.3	128.6	86.9	88.9	90.0	89.2	88.8
M-2	239.4	239.5	238.6	239.6	239.3	129.3	128.1	129.9	129.4	129.2	89.9	89.4	89.7	88.6	89.4
M-3	239.1	239.1	239.5	240.0	239.4	129.5	129.3	129.7	129.7	129.6	89.8	88.2	89.5	89.7	89.3
M-4	240.0	238.7	239.0	238.5	239.1	129.4	129.1	129.1	128.5	129.0	89.1	89.2	89.3	89.6	89.3
M-5	238.6	237.8	238.4	239.0	238.5	128.6	128.0	128.5	129.0	128.5	88.4	90.1	89.4	89.2	89.3
M-6	239.4	238.5	239.4	238.5	239.0	128.4	129.4	129.7	129.6	129.3	90.0	89.5	91.0	88.5	89.8
M-7	238.4	239.1	239.7	239.1	239.1	129.5	128.5	128.5	128.3	128.7	89.5	89.4	90.1	89.6	89.7
M-8	237.9	238.5	237.9	237.9	238.1	127.5	129.2	128.2	129.7	128.7	90.2	88.5	89.6	89.5	89.5
M-9	239.5	238.4	238.6	238.5	238.8	129.5	128.6	129.2	129.5	129.2	88.9	88.7	86.4	88.6	88.2
M-10	239.6	238.6	239.1	239.6	239.2	129.3	129.4	129.0	129.4	129.3	87.9	88.2	87.9	88.7	88.2
				Dp	238.87				Dp	129.00				Dp	89.12
				De	240.00				De	130.00				De	90.00
				V (%)	0.47				V (%)	0.77				V (%)	0.98

Observaión: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

ANEXO 24: Informe de ensayo de alabeo de los ladrillos patrón, 5%, 10% y 15%.

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-ABS-01
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

ENSAYO DE ABSORCIÓN

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Patrón

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.208	2.805	14.37	14.34
M-2	3.199	2.814	13.68	
M-3	3.185	2.785	14.36	
M-4	3.158	2.755	14.63	
M-5	3.226	2.814	14.64	

Observaión: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V°B°
GERENCIA

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-ABS-01
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

ENSAYO DE ABSORCIÓN

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Patrón + 5% Ceniza

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.176	2.721	16.72	**16.16**
M-2	3.209	2.763	16.14	
M-3	3.124	2.689	16.18	
M-4	3.059	2.648	15.52	
M-5	3.068	2.639	16.26	

Observaión: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-ABS-01
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

ENSAYO DE ABSORCIÓN

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Patrón + 10% Ceniza

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.252	2.701	20.40	19.89
M-2	3.229	2.698	19.68	
M-3	3.179	2.651	19.92	
M-4	3.209	2.693	19.16	
M-5	3.249	2.701	20.29	

Observaión: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERÍA
V° B°
GERENCIA

TESIS :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO TIPO V SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA POR CENIZA DE CARBÓN VEGETAL, CHIMBOTE - 2022	**REGISTRO N° :**	CC-PFM-ABS-01
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	ROJAS PINEDA, CARLOS MANUEL - QUISPE ALCA, JHON FRANSCYS		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	**FECHA :**	19/10/2022

ENSAYO DE ABSORCIÓN

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Patrón + 15% Ceniza

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.214	2.635	21.97	**22.08**
M-2	3.208	2.615	22.68	
M-3	3.201	2.638	21.34	
M-4	3.172	2.598	22.09	
M-5	3.287	2.687	22.33	

Observaión: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

KAE INGENIERIA
V° B°
GERENCIA

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V sustituyendo parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal, Chimbote - 2022", cuyos autores son QUISPE ALCA JHON FRANSCYS, ROJAS PINEDA CARLOS MANUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 12 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	**Firma**
LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO **DNI:** 32968961 **ORCID:** 0000-0001-6491-6569	Firmado electrónicamente por: LEALVAREZA el 12-12-2022 21:47:46

Código documento Trilce: TRI - 0485071

INVESTIGA UCV