



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Comportamiento físico-mecánica en muros portantes de ladrillo  
adicionando paja de ichu y ceniza de paja de cebada, Áncash - 2022

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

**AUTORES:**

Huayanay Trujillo, Tony Atilio (ORCID: 0000-0001-5712-8126)

Sevillano Calixto, Kelvin Arnol (ORCID: 0000-0001-7057-4593)

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Principalmente agradecer a mis padres Olga Trujillo Martínez y Miguel Huayanay Vásquez también a mis familiares por haberme brindado todo el apoyo en esta etapa de mi carrera, para poder seguir adelante con mis sueños y cumplir mis metas, gracias a ellos por haberme formado con valores, responsabilidad y lo más importante de haber crecido con amor y cariño de un hogar.

Tony Atilio Huayanay Trujillo

En primer lugar, a Dios por haberme guiado con mano firme en mi formación profesional, a mis queridos padres, Leocadio y Anatolia, por el aliento de cada día apoyo incondicional que ellos comprendieron en mi crecimiento profesional y con muchos valores en mi vida.

Kelvin Arnol Sevillano Calixto

## **Agradecimiento**

Dar gracias a Dios por darme salud y bienestar para mi familia, permitirme seguir con mis sueños, en segundo lugar, agradezco a mis padres por todo el apoyo por ser el motor principal en mi carrera profesional.

Agradezco al asesor por transmitirme la enseñanza y ser una guía fundamental para el proyecto de investigación.

Tony Atilio Huayanay Trujillo

A Dios todopoderoso, por acompañarme en todas las dificultades de la vida y brindarme sabiduría, fortaleza y guiarme por el camino en todo momento y la protección de brindarme. Asimismo, a la casa de estudios Universidad César Vallejo y mi agradecimiento notable a mi Asesor por guiarme en este proyecto, quien me encamino a concluir satisfactoriamente el presente.

Kelvin Arnol Sevillano Calixto

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	x
Resumen .....	xiv
Abstract .....	xv
<b>I.INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>19</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	19
3.2. Variables, Operacionalización:.....	20
3.3. Población y muestra y muestreo: .....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de Recolección de datos: .....	24
3.5. Procedimientos de datos:.....	26
3.6. Método de análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos .....	30
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
<b>V.DISCUSIÓN .....</b>	<b>69</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>86</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>

## Índice de tablas

Tabla N° 01: Distribución de los ladrillos según Norma E. 070.....	10
Tabla N° 02: NTP.....	13
Tabla N° 03: resistencia a compresión, pilas y muretes en Mpa y kg/cm2.....	14
Tabla N°04: La absorción de ladrillo.....	16
Tabla N°05: valores según tipo.....	16
Tabla N° 06: Variación dimensional.....	17
Tabla N° 07: alabeo.....	18
Tabla N° 08: Muestras de la investigación.....	19
Tabla N° 09: La cantidad total de la muestra.....	23
Tabla N° 10: Cuadro de validez.....	25
Tabla N° 11: Cuadro de confiabilidad.....	26
Tabla N° 12: Diseño de mezcla.....	34
Tabla N° 13: Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con muestra patrón.....	36
Tabla N° 14: Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con muestra de 0.5% CPC y 3.5% PI.....	36
Tabla N° 15: Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con muestra de 1.5% CPC y 6.5% PI.....	37
Tabla N° 16: Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con muestra de 2.5% CPC y 9.5% PI.....	37
Tabla N° 17: Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con muestra de 3.5% CPC y 12.5% PI.....	38
Tabla N° 18: Resumen de resultados obtenidos de la variación dimensional.....	38
Tabla N° 18: Resultados obtenidos de alabeo de muestra patrón.....	40
Tabla N° 19: Resultados obtenidos de alabeo con 0.5% CPC y 3.5% PI.....	41

Tabla N° 20: Resultados obtenidos de alabeo con 1.5% CPC y 6.5% PI.....	41
Tabla N° 21: Resultados obtenidos de alabeo con 2.5% CPC y 9.5% PI.....	42
Tabla N° 22: Resultados obtenidos de alabeo con 3.5% CPC y 12.5% PI.....	42
Tabla N° 23: Resumen de resultados obtenidos de alabeo con CPC y PI.....	43
Tabla N° 24: Resultados obtenidos de absorción de unidades con patrón.....	45
Tabla N° 25: Resultados obtenidos de absorción con 0.5% CPC y 3.5% PI.....	45
Tabla N° 26: Resultados obtenidos de absorción con 1.5% CPC y 6.5% PI.....	45
Tabla N° 27: Resultados obtenidos de absorción con 2.5% CPC y 9.5% PI.....	46
Tabla N° 28: Resultados obtenidos de absorción con 3.5% CPC y 12.5% PI.....	46
Tabla N° 29: Resumen de resultados obtenidos del ensayo de absorción con CPC y PI.....	47
Tabla N° 30: Resultados obtenidos de succión con patrón.....	49
Tabla N° 31: Resultados obtenidos de succión con 0.5% CPC y 3.5% PI.....	50
Tabla N° 32: Resultados obtenidos de succión con 1.5% CPC y 6.5% PI.....	50
Tabla N° 33: Resultados obtenidos de succión con 2.5% CPC y 9.5% PI.....	50
Tabla N° 34: Resultados obtenidos de succión con 3.5% CPC y 12.5% PI.....	51
Tabla N° 35: Resultados del ensayo de succión promedio.....	51
Tabla N° 36: Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con muestra patrón.....	54
Tabla N° 37: Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 3.5% PI + 0.5% CPC.....	55
Tabla N° 38: Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 6.50% PI + 1.50% CPC.....	55
Tabla N° 39: Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 9.50% PI + 2.50% CPC.....	56
Tabla N° 40: Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 12.50% PI + 3.50% CPC.....	56

Tabla N° 41: Resumen de resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión simple con CPC + PI.....	56
Tabla N° 42: Resultados del ensayo a compresión axial de pilas con muestra patrón .....	59
Tabla N° 43: Resultados del ensayo a compresión axial de pilas con 3.5% PI + 0.5% CPC.....	60
Tabla N° 44: Resultados del ensayo a compresión axial de pilas con 6.5% PI + 1.5% CPC.....	60
Tabla N° 45: Resultados del ensayo a compresión axial de pilas con 9.5% PI + 2.5% CPC.....	61
Tabla N° 46: Resultados del ensayo a compresión axial de pilas con 12.5% PI + 3.5% CPC.....	61
Tabla N° 47: Resumen de resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas del ladrillo de arcilla. (promedio).....	61
Tabla N° 48: Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería con muestra patrón .....	66
Tabla N° 49: Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes con 3.5% PI + 0.5% CPC .....	71
Tabla N° 50: Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes con 6.5% PI + 1.5% CPC .....	73
Tabla N° 51: Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes con 9.5% PI + 2.5% CPC .....	76
Tabla N° 52: Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes con 12.5% PI + 3.5% CPC .....	76
Tabla N° 53: Resultados del ensayo de resistencia a compresión diagonal.....	66
Tabla N° 54: Resultados del Ensayo de alabeo con 6%, 10%, 15% y 20% de Ichu .....	71
Tabla N° 55: Resultados del Ensayo de absorción con 6%, 10%, 15% y 20% de Ichu .....	73

Tabla N° 56: Resultados del Ensayo de succión con 6%, 10%, 15% y 20% de Ichu  
.....76

## Índice de figuras

Figura N° 01: Tipos de ladrillos.....	11
Figura N° 02: Procedimiento de elaboración del ladrillo. ....	11
Figura N° 03: Planta de Ichu (Stipa ichu).....	12
Figura N° 04: la cebada .....	12
Figura N° 05: Ceniza de paja de cebada .....	13
Figura N°06: Compresión uniaxial de una pila de albañilería. ....	15
Figura N°07: Compresión diagonal de murete.....	15
Figura N° 08: Variación de dimensiones.....	17
Figura N° 09: Esquema de procedimiento de aplicación .....	27
Figura N° 10: Proceso de recojo de paja de ichu. ....	28
Figura N° 11: Proceso de corte de paja de ichu. ....	28
Figura N° 12: La recolección de paja de cebada en costales. ....	29
Figura N° 13: incineración de paja de cebada en horno de barro.....	29
Figura N° 14: recojo de ceniza de paja de cebada después de la combustión.....	30
Figura N° 15: Mapa Satelital de Piscobamba .....	33
Figura N° 16: Mapa de Perú .....	33
Figura N° 17: Mapa de la Región Ancash.....	33
Figura N° 18: Localización de la Ladrillera. ....	34
Figura N° 19: Ensayo de variación dimensional del ladrillo de arcilla.....	35
Figura N° 20: Resultados del ensayo de variación dimensional con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC. ....	39
Figura N° 21: Ensayo de alabeo del ladrillo arcilla .....	40

Figura N° 22: Resultados del ensayo de alabeo con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	43
Figura N° 23: Ensayo de absorción del ladrillo de arcilla.....	44
Figura N° 24: Resultados del ensayo de absorción con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	47
Figura N° 25: Resultados del ensayo de absorción con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	48
Figura N° 26: Ensayo de succión del ladrillo de arcilla .....	49
Figura N° 27: Resultados del ensayo de succión con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	52
Figura N° 28: Resultados del ensayo de succión con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	52
Figura N° 29: Ensayo de resistencia a la compresión simple. ....	54
Figura N° 30: Resultados del ensayo de resistencia a compresión simple con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	57
Figura N° 31: Resultados del ensayo de resistencia a compresión simple con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	58
Figura N° 32: Ensayo de resistencia a la compresión axial de pilas.....	59
Figura N° 33: Resultados del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC. ....	62

Figura N° 34: Resultados del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC. ....	63
Figura N° 35: Ensayo de resistencia a la compresión diagonal.....	64
Figura N° 36: Resultados del ensayo de compresión diagonal con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	67
Figura N° 37: Resultados del ensayo de compresión diagonal con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	67
Figura N° 38: Resultados del ensayo de variación dimensional con 0%, 1%, 3% y 5% de CTA. ....	69
Figura N° 39: Resultados del ensayo de variación dimensional con 0%, 0.5% CPC + 3.5% PI, 1.5%CPC+6.5%PI, 2.5%CPC+9.5%PI, 3.5%CPC+12.5%PI. ....	70
Figura N° 40: Resultados del ensayo de alabeo con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de ichu. ....	71
Figura N° 41: Resultados del ensayo de alabeo con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	72
Figura N° 42: Resultados del Ensayo de absorción con 2%, 4% y 6% de (CPT) ..	73
Figura N° 43: Resultados del Ensayo de absorción con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de ichu .....	74
Figura N° 44: Resultados del ensayo de absorción con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	74
Figura N° 45: Comparación de resultados con los antecedentes del ensayo de absorción.....	75
Tabla N° 51: Resultados del Ensayo de succión con 6%, 10%, 15% y 20% de Ichu .....	76

Figura N° 46: Resultados del ensayo de succión con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de ichu.....	76
Figura N° 47: Resultados del ensayo de succión con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	77
Figura N° 48: Resultados del ensayo de resistencia a compresión simple con 0%, 2%, 4% y 6% CPT.....	78
Figura N° 49: Resultados del ensayo de resistencia a compresión simple con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% ichu. ....	78
Figura N° 50: Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión simple con CPC y PI.....	79
Figura N° 52: Resultados del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC. ....	81
Figura N° 53: Resultados del ensayo de resistencia a compresión diagonal con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de CHPD.....	82
Figura N° 54: Resultados del ensayo de compresión diagonal con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC.....	82

## Resumen

Este proyecto de investigación tiene como objetivo general evaluar cómo influye la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físico mecánica en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022, en donde se ensayaron 4 dosificaciones diferentes de paja de ichu y ceniza de paja de cebada como adición en el ladrillo en los porcentajes de 3.5% PI, 6.5% PI, 9.5% PI, 12.5% PI y 0.5% CPC, 1.5% CPC, 2.5% CPC, 3.5% CPC con respecto al peso de ladrillo.

Evaluándose de modo el efecto de la paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físico-mecánica del ladrillo para ello se realizaron para lo cual se realizaron ensayos para determinar sus comportamientos físicos como; variación dimensional, alabeo, absorción y succión. Asimismo, también se realizaron ensayos los comportamientos mecánicos como; resistencia a la compresión por unidad, axial y diagonal.

Para desarrollar la investigación se utilizó la metodología; el de tipo aplicada con un diseño de investigación cuasi-experimental y un enfoque cuantitativo en donde la paja de ichu y ceniza de paja de cebada juega un papel muy determinante en el comportamiento físico-mecánica del ladrillo, la población está formada por un conjunto de ladrillos.

De esta investigación se llegó a la conclusión general que la ceniza de paja de cebada y paja de ichu influye favorablemente en los comportamientos mecánicas y físicos en un porcentaje de 1.5% CPC y 3.5% PI un muro de ladrillo artesanal.

**Palabras clave:** Ladrillo, ceniza de paja de cebada, paja de ichu.

## **Abstract**

The general objective of this research project is to evaluate how the addition of ichu straw and barley straw ash influences physical-mechanical behavior in load-bearing brick walls, Ancash - 2022, where 4 different dosages of ichu straw and barley straw were tested. barley straw ash as an addition in the brick in the percentages of 3.5% PI, 6.5% PI, 9.5% PI, 12.5% PI and 0.5% CPC, 1.5% CPC, 2.5% CPC, 3.5% CPC with respect to the weight of brick.

Evaluating the effect of ichu straw and barley straw ash on the physical-mechanical behavior of the brick, for which tests were carried out to determine their physical behaviors such as; dimensional variation, warping, absorption and suction. Likewise, tests were also carried out on mechanical behaviors such as; compressive strength per unit, axial and diagonal.

To develop the research, the methodology was used; the applied type with a quasi-experimental research design and a quantitative approach where ichu straw and barley straw ash play a very determining role in the physical-mechanical behavior of the brick, the population is formed by a set of bricks.

From this investigation, the general conclusion was reached that the ash of barley straw and ichu straw favorably influences the mechanical and physical behaviors in a percentage of 1.5% CPC and 3.5% PI in a handmade brick wall.

**Keywords:** Brick, barley straw ash, ichu straw.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel universal, el ladrillo es una de las materias más empleados para la construcción de infraestructura en el ladrillo, con ello nos motiva a buscar diferentes maneras de reforzar y buscar nuevos comportamientos. Con esa razón se realizaron nuevas e innovadores investigaciones con la finalidad de evaluar sus comportamientos físicos y mecánicos, de esta manera ubicar nuevos materiales que se encuentran en la misma altura de los demás que se hallan en el mercado de la construcción, en diferentes países se realizaron investigaciones como: Ecuador, Colombia, Chile y entre otros, etc. se hicieron investigaciones con el fin de darle un uso diferente a estos materiales, por motivos de costos, contaminación ambiental, sociales, en donde se busca elevar la resistencia y obtener una material de buena clase.

El ladrillo viene siendo el más frecuentado en las construcciones. Por ello se han realizado investigaciones de nuevos materiales que junto con su incorporación influyan en las propiedades mecánicas, en diferentes países como: Ecuador, Chile, Colombia; es por ello que utilizaron este material de construcción mejorado en aspecto social, ambiental y económico, se busca aumentar su aguante a la compresión, absorción y la clase del material. (Barranzuela Lescano , 2014).

A nivel nacional en el Perú se viene utilizando en todo proyecto de construcción el ladrillo, por ser un material muy usado requiere de todo tipo de investigación posible en donde podemos encontrar las fallas en sus comportamientos como es la resistencia al ser sometido a cargas; así también se puede usar nuestras materias primas como son la paja de ichu y la ceniza de paja de cebada que se pueden conseguir con facilidad.

(Cortéz Aquino, 2018) En Cajamarca, y como en las demás regiones del Perú, los muros de albañilería son hechos con ladrillos artesanales que son elaborados empíricamente con métodos tradicionales. Como su uso es proliferante en las construcciones se desconoce información básica con respecto a sus características mecánicas de las unidades de albañilería y como obtener mejores resultados al no tener un alcance del comportamiento estructural, por lo tanto, nos conduce a un diseño estructural inadecuado y una desinformación con respecto a los muros de albañilería.

A nivel regional, en nuestra actualidad el problema primordial que se tiene desde hace mucho tiempo es que se viene produciendo ladrillos artesanales sin tener un control adecuado en los productores que son elaborados artesanalmente, ya que las personas que trabajan no tienen los conocimientos técnicos suficientes de las propiedades estructurales de sus productos y no tienen el conocimiento suficiente de sus materiales elaborados que cumplan con lo que indica la NT E.070 albañilería, a muchos de estos no les interesa los comportamientos físicos y mecánicos del ladrillo.

Formulación del problema si bien es cierto el ladrillo es uno de los materiales más gastados a nivel del universo en la construcción, Obligado a la gran demanda de materiales para la construcción de edificaciones se está extendiendo nuevas alternativas para fortalecer el ladrillo de arcilla, esto se tiene que hacer sin perjudicar al medio ambiente; teniendo en cuenta el beneficio social, económico de la zona y para alcanzar nuevas alternativas se tendría que manejar algunos criterios, las que más importantes pueden ser: al aprovechar las materias primas de la zona que bajaría el costo del transporte, reusar los recursos renovables, utilizar menos productos tóxicos para la producción de materiales que contaminen el medio ambiente. Frente a este problema, se plantea optimizar sus comportamientos físicos y mecánicos del ladrillo de a través de la incorporación de la paja de ichu y ceniza de paja de cebada, ayuden mejorar sus comportamientos.

Por consiguiente, se planteó el problema general: ¿La adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos físico-mecánica en muros portantes de ladrillo, Áncash - 2022? De misma manera se formulan los problemas específicos: ¿La adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos físicos en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022?, ¿La adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos mecánicos en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022?, ¿La dosificación de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos físico-mecánica en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022?

Se tiene la justificación teórica; en este presente estudio se determinará los comportamientos físicos y mecánicas en muros portantes del ladrillo, teniendo en cuenta como Base a la N.T.E.070 Albañilería de acuerdo a ello realizaremos las

pruebas, la mejor dosificación para un comportamiento óptimo del ladrillo con adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada, por lo que se obtendrá un aporte para futuras investigaciones, este al nivel que rige la NTP. Asimismo, la justificación metodológica, que se realizó en esta investigación es el uso de la paja de ichu y ceniza de paja de cebada, llevando a un proceso de preparación para obtener un material en este caso el ladrillo que es un componente primordial para la construcción. Se harán pruebas de laboratorio para conseguir los datos, asimismo, siendo por esto una investigación cuantitativa y finalmente esto servirá como una referencia más para futuras investigaciones al referidas al tema. Justificación técnica; donde se elaborará unidades de ladrillo con incorporación de paja de ichu y ceniza de paja de cebada, aprovechando materiales naturales que abundan en la zona, con el propósito de que nuestra elaboración sea de gran demanda en alternativas de ingreso con mucha facilidad en el rubro de la construcción teniendo en cuenta esto se busca analizar sus comportamientos físicos y mecánicos como: el aguante a la comprensión por unidad, axial de pilas, diagonal, el corte por cizalle, la absorción, succión, variación dimensional y alabeo que influyan positivamente mediante la incorporación de paja de ichu y ceniza de paja de cebada. De esta manera, se podrá lograr un producto optimizado en cuanto a los esfuerzos que sea sometido al ladrillo. Esta investigación cuenta con justificación social, es bastante común, que en la ciudad de Piscobamba y los distritos aledaños se utilicen en mayor cantidad para la construcción de viviendas, por ello, la investigación propone aportar la información suficiente sobre el ladrillo y así cumplan con los estándares de calidad, y mejorar los comportamientos físico-mecánica para tener un producto de buena calidad. Justificación económica, porque las fibras naturales que vamos utilizar en nuestro proyecto de investigación que son la paja de ichu y la ceniza de paja de cebada al ser materiales que existen en gran cantidad en la zona, no entramos en gastos adicionales para la obtención más que solo el tiempo, generalmente estos materiales se encuentran en las alturas y cultivos de cebada.

Por ello se plantea el objetivo general: Evaluar cómo influye la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físico mecánica en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022. Siendo los objetivos específicos: Determinar cómo influye la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físicos en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022. Determinar

cómo influye la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos mecánicos en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022. Determinar la influencia de la dosificación de la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físico-mecánica en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022.

La hipótesis general: La adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos físico-mecánica en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022. Las hipótesis específicas serán: La adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos físicos en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022. La adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos mecánicos en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022. La dosificación de la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos físico-mecánica en muros portantes de ladrillo, Áncash – 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional tenemos a, (Elver Sánchez-Vásquez, 2021), “en su trabajo de investigación que tenía como objetivo elaborar y caracterizar ladrillos fabricado con adición de diferentes dosificaciones de ceniza de cascarilla de arroz (5%, 10% y 15%). El tipo de metodología era experimental, el experimento se realizó con un control absoluto (sin adición de ceniza) y tres dosificaciones de ceniza de cascarilla de arroz calcinada adición (5%, 10% y 15%), por cada dosificación de hicieron 10 pruebas los ladrillos que se obtuvieron del tipo diecisiete. Se tuvo como resultados que la cantidad promedio de ceniza de cascarilla de arroz fue 79.08%. Así mismo, en los ensayos de compresión y absorción se vio que las cenizas influyeron en la resistencia a la compresión y el % de absorción. Además, la segunda prueba tuvo en resultado más bajo en comparación del 5,24% de absorción de agua. Se concluyo que el reemplazo del 5% de ceniza de cascarilla de arroz fue la mejor dosificación para la elaboración de ladrillos de concreto”.

(DANIEL ENRIQUE AGUILAR LARA, 2016), “en su tesis tuvo como principal objetivo; elaborar un hormigón que en el cual se sustituya parte del cemento por cenizas de la calcinación del cuesco de la palma africana; la metodología fue de tipo cuasi experimental. El procedimiento se realizó de acuerdo al “INECYC”. Primero se elaboró dos muestras por cada porcentaje de ceniza y una muestra patrón sin adición para poder hacer las comparaciones; Los resultados que se obtuvieron en base a una resistencia que se planeaba llegar de 136.5 kg/cm<sup>2</sup> fue alcanzada por la muestra patrón y los 3 primeros porcentajes de ceniza utilizados correspondientes a 5, 10 y 15%, pero para las mezclas con porcentajes superiores, es decir 20 y 25%, la resistencia a la compresión no cumple la primera condición del ACI 318, aunque por otro lado ningún resultado a la compresión individual fue menor que 101.5 kg/cm<sup>2</sup> según la segunda condición. Se tuvo como conclusión que ninguna mezcla alcanzó el 100% del f'c, ni siquiera las que tuvieron un curado de 56 días por lo que se concluye que la adición de la ceniza de cuesco de la palma africana no es recomendable para una mejora de resistencia del hormigo. Siempre y cuando se tengan las mismas condiciones del presente estudio”.

(Aguilar Gutierrez, Jessica Paola, 2019), “tuvo como objetivo estudiar el comportamiento de la ceniza de carbón proveniente de la ladrillera Bellavista,

reemplazando la arcilla en la elaboración de ladrillos. La metodología fue de tipo experimental, la población que se tuvo en cuenta para el presente estudio fueron ladrillos y cenizas de la ladrillera Bella vista de Tunja-Boyacá. Los cuales fueron ensayados para definir sus propiedades físicas y mecánicas, el muestreo fue de tipo no probabilístico, se utilizaron equipos de laboratorio y materiales obtenidos en la Ladrillera. Se tuvieron como resultados que con la incorporación de ceniza de carbón en porcentajes de 5 % y 10 % existe una reducción de la absorción y un aumento de la resistencia del 16.10%. En la investigación se tuvo como conclusión una reducción de la absorción del 1.03% y un incremento de la resistencia de 2%”.

A nivel nacional tenemos a (Quispe Terrones, Elías, 2018), “como objetivo determinar cómo influye la incorporación de la ceniza de biomasa en las propiedades físicas y propiedades mecánicas ( $f'm$ ) en ladrillos artesanal compuesto con arcilla. La metodología fue de tipo experimental, se tuvo una población muestral y se usaron fichas técnicas para la recolección de datos. Se tuvo como resultados adicionando ceniza de biomasa en porcentajes de 0%, 3%, 5%, 7% y 10% unos resultados de 131.21 kg/cm<sup>2</sup> , 94.94kg/cm<sup>2</sup>, 70.72kg/cm<sup>2</sup>, 63.47kg/cm<sup>2</sup> y 48.6kg/cm<sup>2</sup> en el ensayo de resistencia a la compresión y adicionando 3%, 5%, 7% y 10% en el ensayo de absorción se obtuvieron unos resultados de 12.39%, 11.61%, 12.07% y 12.26%, se tuvo como conclusión que la adición de la ceniza de biomasa no mejora la resistencia a la compresión axial y aumenta la absorción y presenta una densidad menor a la de un ladrillo King Kong 14 sin adición un ladrillo artesanal sin adición”.

(Chuquimamani Condori, Ronald Jheison, 2021), “tuvo como objetivo evaluar cómo influye la adición de la ceniza de tallo de algodón en las propiedades físicas y mecánicas ( $f'b$ ,  $f'm$ ) en ladrillos de arcilla artesanal. La metodología fue de tipo cuasi experimental ya que se tomaron valores definidos de porcentajes de adición de cenizas de tallo de algodón. Se tuvo como resultados en el ensayo de compresión axial que al adicionar 1% de ceniza se obtiene el resultado más favorable de 47.84kg/cm<sup>2</sup> y al seguir adicionando hasta llegar a un 5% la resistencia disminuye teniendo un resultado de 38.01 kg/cm<sup>2</sup>, se tuvo como conclusión que existe una mejora el aguante a la compresión axial en pilas de ladrillos de arcilla artesanal de

19.45% adicionando ceniza de tallo de algodón en comparación con el empleo de un ladrillo artesanal sin adición”.

(Alvarez Romero, Fran Yovany, 2021), “tuvo como objetivo evaluar cómo influye la adición de la ceniza de paja de trigo en las propiedades físicas y mecánicas en ladrillos de arcilla artesanal. La metodología fue de tipo aplicada, con un diseño cuasi experimental, se tuvo como población los ladrillos de arcillas con y sin adición para los diversos ensayos (resistencia a la compresión, compresión axial, y absorción) y como muestra las unidades de albañilería requeridas para los ensayos según la norma (E-070). Se tuvo como resultados en el ensayo de absorción con adición de 0% CPT -15.78% , con 2%CPT-16.21%, con 4%CPT-17.60% y con 6%CPT-18.14% , se tuvieron como resultado de resistencia a la compresión con 0%CPT-50.58kg/cm<sup>2</sup>, con 2%CPT- 52.31 kg/cm<sup>2</sup>, con 4%CPT-52.56kg/cm<sup>2</sup> y con 6%CPT-51.98kg/cm<sup>2</sup> y en la prueba de compresión axial en pilas con adición de 0%CPT-58.11kg/cm<sup>2</sup>, con 2%CPT-53.82kg/cm<sup>2</sup> , con 4%CPT-51.71kg/cm<sup>2</sup> y con 6%CPT-48.49kg/cm<sup>2</sup>, se tuvo como conclusiones que con un porcentaje de 4% de adición de CPT se obtienen mejores resultados de resistencia a la compresión, también que mientras más se aumente el porcentaje de CPT más aumenta la absorción, y con lo que respecta a la compresión axial en pilas tiene un efecto negativo la adición de CPT en mayor cantidad”.

Artículos científicos tenemos a: en su libro “CERAMICS INTERNATIONAL “, “Vol 43 Parte A, 463-475 se tuvo como objetivo utilizar residuos de cenizas de combustión de biomasa (cáscara de arroz o cenizas de madera de tableros) como materia prima secundaria en la fabricación de ladrillos reemplazando en diferentes cantidades (10-30% en peso) de arcilla en la fabricación de ladrillos. La metodología fue de tipo cuasi experimental, las muestras de ladrillo se formaron por compresión a 54,5 MPa y se cocieron a temperaturas de 900 o 1000 °C durante 4 h, a una velocidad de calentamiento de 3 °C/min. Las propiedades de los ladrillos se compararon con productos convencionales que contienen solo arcilla y se prepararon siguiendo procedimientos estándar. Las propiedades tecnológicas de los ladrillos dependían del tipo y la cantidad de ceniza utilizada y de la temperatura de cocción. Los resultados mostraron pequeñas variaciones debido a la temperatura de cocción. La cocción a 1000 °C logró una mayor densificación y, por

lo tanto, una menor absorción de agua y una mayor resistencia a la compresión. La cocción a 900 °C produjo una mayor porosidad, lo que redujo la resistencia a la compresión. Con base en los resultados, se seleccionó 1000 °C como la temperatura de cocción óptima; y 10% en peso de ceniza de cáscara de arroz y 20% en peso de ceniza de madera como las cantidades óptimas de residuos de ceniza de biomasa. Además, los ladrillos que contenían ceniza de madera mostraron propiedades similares a los ladrillos de control que contenían solo arcilla y mejoraron la conductividad térmica. Se concluyó los ladrillos que contenían 10% en peso de ceniza de cascarilla de arroz y 30% en peso de ceniza de madera cumplieron con los requisitos estándar para unidades de mampostería de arcilla”.

(OLGA KIZINIEVIK, 2018) en el libro “Civil and Mechanical Engineering volume” Vol 18 Pag 1156-1165 se tuvo como objetivo investigar los efectos de los residuos sólidos agrícolas (cáscara de avena y cebada y harinillas) sobre las propiedades físicas y mecánicas y la porosidad de los ladrillos de arcilla cocida. La metodología fue de tipo cuasi experimental, Los compuestos para moldear ladrillos se prepararon agregando 5%, 10% y 20% de cascarilla de avena o cebada y astillas y se cocieron a 900 °C y 1000 °C de temperatura, manteniéndolas a la temperatura más alta durante 1 h. La cáscara de avena, la cáscara de cebada y la harinilla se incineran a una temperatura de 500 °C, formando así una estructura porosa en el cuerpo de arcilla. Los resultados muestran que la adición de 5 a 10 % de cáscara de avena o cebada y harinilla al compuesto para moldear ladrillos produce ladrillos de arcilla cocidos ecológicos con una densidad de 1300 a 1800 kg/m<sup>3</sup>, una resistencia a la compresión de 3,3 a 9,5 MPa y una porosidad abierta total de 34 – 49%, absorción de agua 14–28%. Se concluyó que la cáscara de avena o la cáscara de cebada y la harinilla reducen la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla cocidos ecológicos”.

In other languages as background, we have a (PRACHUM, KLOSTER, & MARESTONI, 2016) “Revista Mundi (Engenharia, Tecnologia e Gestão), Curitiba, PR, Vol.1, N°1, Pag 7, aims to determine the properties of concrete bodies with the addition of banana fiber, copper residues and elastomers (ethylene and propylene) compared to ordinary concrete; in this study, the tests were carried out at 90 days of cure. The methodology used in the present investigation is experimental; In this

study, a total of 32 concrete test bodies of 50mm in height and 38.1mm in diameter were carried out to compare the mechanical resistance with respect to common concrete, the percentages of addition to concrete were 10% and 20% respectively (ASTM 1986) of the total mass of the concrete body, divided as follows: 4 test bodies of each sample with 10% (10: 1) of material, 4 sample bodies of each test with 20% (10:2) of added material and 8 bodies of common concrete. The results reveal that the composition with the addition of copper has greater resistance to compression than among the added materials; concluding that of the materials used for the addition to concrete, the most suitable one turns out to be copper, which benefits the concrete not only in its mechanical properties, but also by giving it more density”.

(G.H.M.J. SubashiDe Silva, 2018) The objective of his research was to determine the influence of the addition of rice husk ash on the mechanical properties of the brick. The research was experimental. The population was taken as the necessary amount of bricks to determine physical and mechanical properties with additions of 0, 2, 4, 6, 8 and 10% of hoop shell ash. Positive results were obtained, since the bricks with the addition of rice husk ash show a compressive strength of 3.55 N / mm<sup>2</sup> (percentage higher than that obtained by a brick without addition).

It was concluded that clay bricks with RHA residues showed better structural, thermal and acoustic properties compared to conventional clay bricks.

(ANDELINA BUBALO, 2021) The objective of his research was to analyze clay bricks with replacement in weight of clay by ashes from sewage sludge in a proportion of 5%, 10% and 20% and make a comparison with a clay brick without addition. An experimental methodology was had where the population was composed of 7 groups of bricks, where one was the standard sample (without addition) and the other 6 groups with different dosages of sewage sludge ash, the bricks were analyzed in their physical properties and mechanical. The results were that with an addition of 5% ash in percentage by weight, a compressive strength of 54.0-54.5 N/mm<sup>2</sup>, with 10% a strength of 50.2-51.0 N/mm<sup>2</sup>. mm<sup>2</sup>, the bricks without addition had a resistance of 50.4 N/mm<sup>2</sup> and with 20% a resistance of 37.0–43.9

N/mm<sup>2</sup>. Therefore, it was concluded that an increase of 5% in the percentage of weight is recommended to obtain positive results and that an increase of 20% or more results inferior to the standard sample.

**Como bases teóricas tenemos:** “Los muros portantes se les llaman a las paredes de una edificación que poseen la función estructural de soportar cargas de otros elementos del edificio como arcos, vigas, etc.<sup>1</sup>”.

**El ladrillo:** “El término indica comúnmente es material constructivo en forma de paralelepípedo recto, obtenido de la cocción de la arcilla que ha sido amasada y moldeada previamente<sup>2</sup>”, “tales como, técnicas son la temperatura, Inercia térmica, fuerza a las condiciones ambientales y estéticos son el color, textura, grano y en un campo más amplio uniformidad de color, estabilidad dimensional.

*Tabla N° 01: Distribución de los ladrillos según Norma E. 070.*

Clases	Características a Comprensión del ladrillo (f <sub>b</sub> )	
	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>
I	4.90	50.00
II	6.90	70.00
III	9.30	95.00
IV	12.70	130.00
V	17.60	180.00

*Fuente: Norma Técnica E. 070 (RNE) – 2006*

**Características técnicas del ladrillo:** “Estos elementos estructurales deben satisfacer con las especificaciones técnicas estipuladas en la norma<sup>3</sup>”, “es decir, debe ejecutar mínimo con la absorción para su uso en la construcción. Adicionalmente, en caso de tratarse de una fachada es fundamental acatar los requerimientos de tolerancia dimensional, distorsión, eflorescencia y límite de defectos superficiales<sup>4</sup>”.

**Clases de los ladrillos:** “el ladrillo se clasifica de acuerdo a sus dimensiones, en; Artesanal son ladrillos elaborados manualmente, donde que se extrae la arcilla de una cantera para ser mezclado con agua y hacer el proceso del amasado, para luego llevar la masa al molde de madera, posteriormente se realiza el secado durante 7 días aprovechando el calor natural, luego se trasladadas para su cocción en un hormo artesanal durante un día la característica del ladrillo son forma rectangular, color naranja y sólido. Estos son utilizados para levantar muros

---

<sup>1</sup> (SAN BARTOLOME, *Masonry constructions*, 1994)

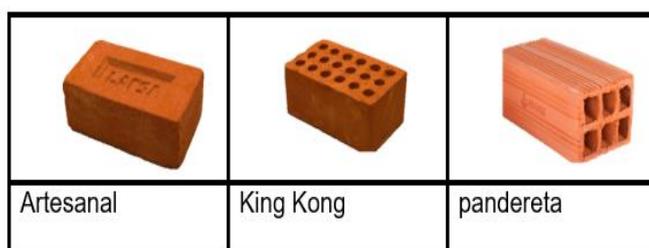
<sup>2</sup> (SANTA FE, 2018)

<sup>3</sup> (NTC 4205, 2009)

<sup>4</sup> (NSR 10, 2018)

portantes en una vivienda; King Kong es el más usado para levantar muros portantes en las construcciones de albañilería confinada ya que tienen hoyos que permiten una entrada considerable del mortero, de esta forma los muros son más sólidos y van aguantar mayores cargas que transmite la estructura; Pandereta estas básicamente son usadas en paredes delgadas que no soportan cargas principales y que sirven para separar las piezas de una edificación.

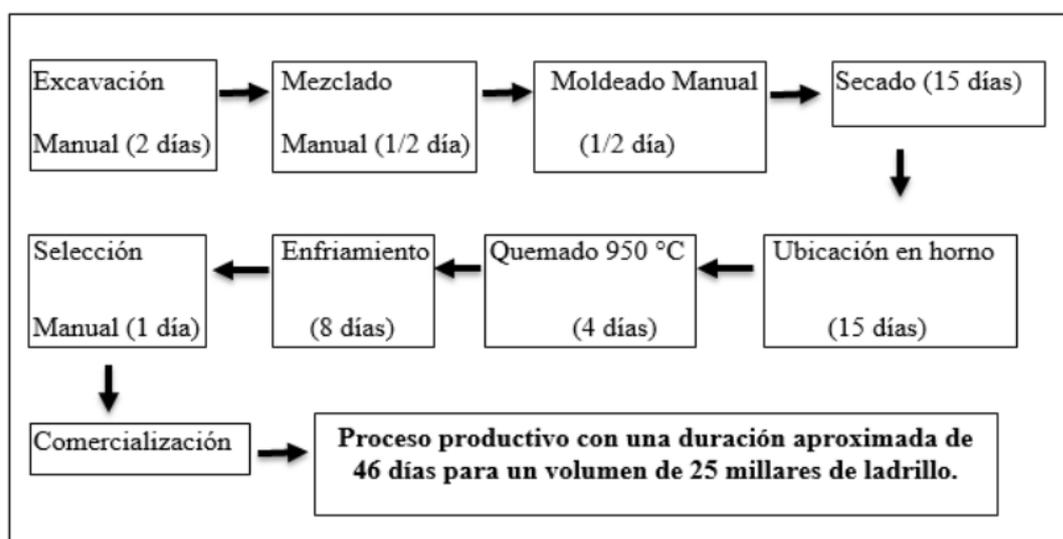
Figura N° 01: Tipos de ladrillos



Fuente: Elaboración propia

**Fabricación:** “El procedimiento de fabricación del ladrillo en el Centro Poblado Santa Barbará, que estas unidades de ladrillo son usadas principalmente en la construcción la mayor parte en edificaciones en la ciudad de Cajamarca y distritos aledaños<sup>5</sup>”.

Figura N° 02: Procedimiento de elaboración del ladrillo.



Fuente: Elaboración propia

<sup>5</sup> (FERNANDEZ. K , 2010)

**Ichu:** “Es un pasto natural de color verde se puede encontrar en gran cantidad en las alturas de la sierra, es una planta de color verde, soporta el clima frio, pedregoso, arenoso<sup>6</sup>”.

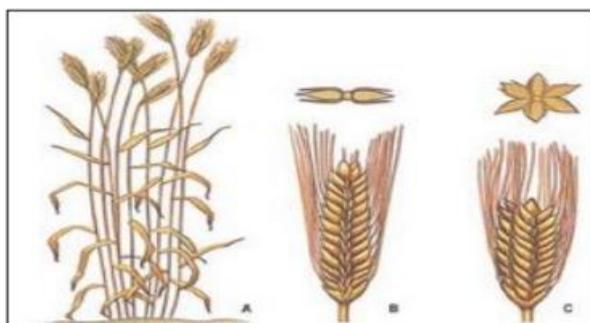
*Figura N° 03: Planta de Ichu (Stipa ichu)*



*Fuente: Elaboración propia*

**Cebada:** “Es un cereal de los conocidos como cereal de invierno, se cosecha hacia finales de la primavera en los meses de junio o julio y generalmente su distribución es similar a la del trigo. La cebada se utiliza como alimento de consumo humano, para la producción de la cerveza, para destillar en la fabricación de whisky, para alimento a los animales. Usos medicinales además de nutritiva sus principales propiedades son: antiespasmódica, algo astringente, digestiva, antifebril”.

*Figura N° 04: la cebada*



*Fuente: (Perez Poicon, 2010)*

**Procedimiento para la adquisición de la ceniza de paja de cebada:** “La ceniza de paja de cebada es realizada por los mismos investigadores en la provincia de mariscal Luzuriaga Piscobamba. Posteriormente se realiza la recolección de la paja

---

<sup>6</sup> (REYNEL, 2012)

de cebada en costales utilizando la mano, luego se tendrá que trasladar a un horno artesanal donde se colocará la paja dentro de ella y prender el fuego para calcinar la paja de cebada hasta obtener la ceniza de color gris”.

*Figura N° 05: Ceniza de paja de cebada*



*Fuente: Elaboración propia*

**Normas Técnicas Peruanas:** los ensayos que debe cumplir los ladrillos de arcilla para su uso en la construcción.

*Tabla N° 02: NTP.*

ENSAYO	NORMA
Variación dimensional	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604
Alabeo	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.605
Absorción	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.606
Succión	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.607
Resistencia a compresión	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.608

*Fuente: Norma E. 070.*

**Comportamiento mecánico de muros de albañilería:** “indica que las paredes de albañilería son un material distinta composición y de propiedades anisotrópicas, esto es, que varían de acuerdo a la dirección de análisis. Está comprende por mortero –combinación de cemento, arena y agua– u otra mezcla ligante y unidades de ladrillo a base de arcilla y desarrolla plasticidad al ser combinada con una determinada proporción de agua<sup>7</sup>”.

---

<sup>7</sup> (DAS & CERA, 2011)

**Resistencia a la compresión (f'b):** “Se conceptúa que las unidades de ladrillo tienen como propósito mantener cargas expresadas en (kg/cm<sup>2</sup> o Mpa), y su calidad de rigidez<sup>8</sup>”. El procedimiento más utilizado para este ensayo es cuando el eje de la aplicación de la carga se encuentra perpendicular a la junta del mortero.

*Tabla N° 03: resistencia a compresión, pilas y muretes en Mpa y kg/cm<sup>2</sup>.*

Materia Prima	Denominación	UNIDAD $f'_b$	PILAS $f'_m$	MURETES $v'_m$
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

*Fuente: N.T.E-070, (2006)*

**Resistencia a la compresión axial de pilas (f'm):** “Esta prueba consiste en formar cinco pilas con las unidades de ladrillo”<sup>9</sup>. “Se alcanza dividiendo la carga de rotura entre la sección bruta de la sección transversal, para cualquier unidad de albañilería. Al resultado se debe agregar el factor de corrección por esbeltez de acuerdo a la norma E.070.

$$f'm = \frac{P}{A}$$

f'm= resistencia a la compresión axial de pilas en Mpa o kg/cm<sup>2</sup>

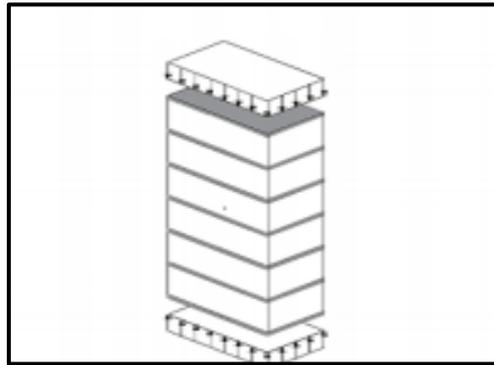
P= Carga en kg

A= Área en cm<sup>2</sup>

<sup>8</sup> (NTP 399.913 y 399.604)

<sup>9</sup> (N.T E-070 ALBAÑILERIA, 2006)

Figura N°06: Compresión uniaxial de una pila de albañilería.



Fuente: Elaboración propia

**Resistencia a Corte  $V'm$  (Compresión diagonal):** “La prueba se realiza para conocer la resistencia diagonal del material. La fuerza se aplica en el borde del murete de manera que la diagonal vertical se encuentra en un estado de compresión máximo y en el sentido perpendicular a esta, se genera tracción, las muestras que se utilicen deben ser de 600x600 mm como mínimo, y contener dos unidades de albañilería por hilada<sup>10</sup>”.

$$V'm = \frac{0.707 \times P}{A_b}$$

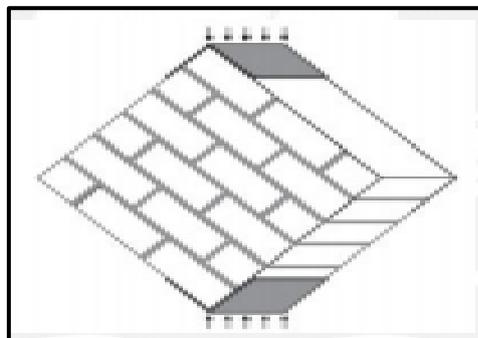
Dónde:

$V'm$ : Esfuerzo cortante en kg/cm<sup>2</sup>

P: Carga en kg

$A_b$ : Área en cm<sup>2</sup>

Figura N°07: Compresión diagonal de murete



Fuente: Elaboración propia

<sup>10</sup> (NTP 399.621)

Comportamientos físicos tenemos a: **La absorción:** “esta prueba se realiza mediante la inmersión de unidades de ladrillos durante 24hrs para luego medir porcentualmente la absorción de agua que estas unidades pueden contener durante el periodo de inmersión.<sup>11</sup>”.

*Tabla N°04: La absorción de ladrillo*

TIPO	ABSORCION MAXIMA EN %
I	Sin limite
II	Sin limite
III	25%
IV	22%
V	22%

*Fuente: NTP. 331.017*

**Succión:** Es el peso del agua absorbida por las diferentes muestras expresada en gramos , la cual tiene un procedimiento que consiste en primero en poner a secar las unidades , luego se procede a medir las dimensiones del ladrillo de la parte que estará en contacto el agua , posterior a esto se procede a sacar la unidad del agua y a secarla con un trapo , para finalmente pesar el espécimen y calcular mediante la resta del peso final menos el peso inicial absorbida en el intervalo de un minuto que estuvo en contacto con el agua.<sup>12</sup>

*Tabla N°05: valores según tipo.*

TIPO	MODULO DE RUPTURA (daN/cm2)
I	61
II	66
III	53
IV	No se obtuvo valores
V	38

*Fuente: NTP. 331.017*

**Variación Dimensional:** “Es importante realizarla con la finalidad de obtener el espesor de las juntas del componente de albañilería. Cuando las juntas del elemento. Es importante cumplir con la medida máxima de juntas (1 -1.5 cm) debido

<sup>11</sup> (NTP 399.913 y 399.604)

<sup>12</sup> (NTP 399.613, 2017)

a que su aumento de espesor produce una disminución de su resistencia la compresión y al corte por cada 3 mm de disminuye 15%.<sup>13</sup>

“Para hallar la variación dimensional se miden todas las dimensiones de los ladrillos con una regla de acero graduada milimétricamente donde se evaluará las tres unidades enteras. Se calculará y se logrará tener, el largo (L), ancho (A) y altura (H), utilizando la siguiente fórmula<sup>14</sup>”:

$$DP = \frac{D1 + D2 + D3 + D4}{4}$$

Dónde:

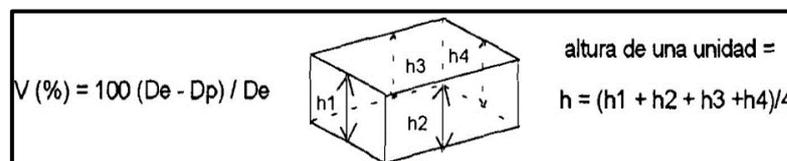
DP = Dimensión Promedio (mm).  
 D1, D2, D3, D4 = Dimensiones obtenidas (mm).

Tabla N° 06: Variación dimensional

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)		
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4

Fuente: N. T. E. 070 (RNE) – 2006

Figura N° 08: Variación de dimensiones



Fuente: San Bartolome (1994)

<sup>13</sup> (SAN BARTOLOME, QUIJUN, & SILVA, 2011)

<sup>14</sup> (NTP 399.604, 2002)

**Alabeo:** Es muy importante determinar, ya que de esto depende el aumento del espesor de la junta debido a las partes cóncavas y convexas lo que también generaría una disminución del área de contacto, esto generaría un peso mayor en las hiladas superiores ocasionando fallas de tracción por flexión en la unidad de albañilería. Para realizar este ensayo se requieren unidades de ladrillo que se encuentren enteras, primero se debe colocar el ladrillo sobre una mesa plano, luego se coloca una cuña milimétrica que sea metálica en la parte del ladrillo que se encuentre con mayor alabeo, adicional también se necesita colocar una regla que pueda unir cada uno de los extremos opuestos diagonales del ladrillo para luego insertar en el punto de mayor deflexión la cuña.

*Tabla N° 07: alabeo*

TIPO	ALABEO MAXIMA EN mm
I	10 mm
II	8 mm
III	6 mm
IV	4 mm
V	2 mm

*Fuente: NTP E.070*

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación

**Tipo de investigación:** “es de tipo aplicada se centra en la resolución de problemas en un contexto definiendo, es decir, busca la aplicación o manejar de conocimientos, de una o varias áreas especializadas, con el propósito de implementarlos de forma práctica para complacer necesidades concretas, proporcionando una solución a problemas del sector social o productivo<sup>15</sup>”.

Se busco poner en practica los conocimientos de las propiedades del ladrillo de arcilla, el uso de la paja de ichu y ceniza de paja de cebada y encotradas los antecedentes en caso similares, con el fin de tomar decisiones en la elección de un comportamiento óptimo con determinado porcentaje de paja de ichu y ceniza de cebada”.

**Diseño de investigación:** “son parecidos a los ensayos, entonces se puede decir que existen casi tantos diseños cuasi-experimental como experimentales. Con la desigualdad que no hay asignación al suerte o emparejamiento. Fuera de eso son iguales, la interpretación es idéntico, las comparaciones son las mismas y los análisis estadísticos iguales<sup>16</sup>”.

Ya que se manejan intencionalmente las proporciones de la paja de ichu en porcentajes de (0.0%, 3.5%, 6.5%, 9.5%, 12,5%) y ceniza de paja cebada en porcentajes de (0.0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%) en ladrillos de arcilla con el objetivo de evaluar sus comportamientos físicas y mecánicas.

**Nivel de investigación:** “en el nivel explicativo las investigaciones responden a la pregunta ¿Por qué? Es así que la realidad objeto de investigación o estudio. Son causales ya que plantean hipótesis explicativas que mediante el cruce o relación de variables primero de las del problema con las de la Realidad, plantean propuesta de explicación al problema causal, que deberán, luego, ser contrastadas<sup>17</sup>”.

Según este análisis esta investigación, corresponde al nivel explicativo porque se podrá explicar mediante los ensayos de laboratorio.

---

<sup>15</sup> (Douc UC, 2018)

<sup>16</sup> (AGUDELO, AIGNEREN, & RUIZ, 2015)

<sup>17</sup> (CATA, 2018)

**Enfoque de investigación:** “el enfoque es cuantitativo, Porque para demostrar la hipótesis de la investigación se usa la recaudación de datos en base a la medición numérica y posteriormente el análisis estadístico, el cual nos ayuda obtener pautas de comportamiento que nos permite justificar las teorías que se plantearon en las hipótesis, así como las variables, desarrolladas con una secuencia<sup>18</sup>”.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

#### **Variables de estudio:**

**Variable independiente:** La adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada.

**Definición conceptual:** el material de paja de ichu es obtenido de la recolección que se encuentra en la puna y luego ser cortado de una medida apropiada y la ceniza de paja de trigo se obtiene de la combustión en un horno artesanal, y teniendo en cuenta para la fabricación de ladrillo a una temperatura de 600°C mínima y superiores a 800°C.

#### **Definición operacional:**

Se planteó adicionar paja de ichu en porcentajes de (0.0%, 3.5%, 6.5%, 9.5% y 12.5%) y ceniza de paja de cebada, en dosificaciones de (0.0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%) respecto a la dimensión de la muestra, se consideró para los 05 diseños de espécimen para los ladrillos de arcillas, con el objetivo de incrementar la resistencia a la compresión por unidad, compresión axial de pilas, compresión diagonal, bajar el porcentaje de absorción, succión, variación dimensional y alabeo posteriormente se realizará la fabricación 410 unidades de ladrillos de arcilla.

**Dimensión:** Dosificación.

**Indicadores:** 0.0%, 3.5%, 6.5%, 9.5% y 12.5% de paja de ichu y 0.0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5% ceniza de paja cebada.

**Escala de medición:** Balanza.

**Variable Dependiente:** Comportamientos físico y mecánica en muros portantes de ladrillo.

---

<sup>18</sup> (HERNANDEZ. S, 2015)

**Definición conceptual:** Los comportamientos físicos y mecánicos están establecidos por las características vinculadas a la estética del material y las mecánicas que se conecta el aguante de la estructura, durabilidad y el comportamiento en muros portantes.

**Definición operacional:** Se concluye que el ladrillo de arcilla tiene las características que resaltan en su clase y vigor. Luego se realizaron las muestras y constatar su resistencia a la compresión, resistencia a la compresión axial de pilas, resistencia a compresión diagonal, resistencia a corte por cizalle, porcentaje de absorción, medición de variación dimensional y alabeo para los 05 diseños pre establecidos con porcentajes de adición de paja de ichu en porcentajes de (0.0%, 3.5%, 6.5%, 9.5% y 12.5%) y ceniza de paja cebada en porcentajes de (0.0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%), se realizaran 100 unidades de ladrillo de arcilla para las pruebas de variación dimensional, alabeo, succión y absorción, luego se realizaran 25 unidades de ladrillo de arcilla para el ensayo a la compresión en unidades, así mismo se harán 45 unidades de ladrillo de arcilla para el ensayo axial de pilas (15 pilas), como también se harán 240 unidades de ladrillo de arcilla para el ensayo de la resistencia a la compresión diagonal (15 muretes), para estos casos se evaluaran las resistencias, corte, mediciones y absorción mediante las pruebas de laboratorio.

**Dimensión:** Comportamientos físico-mecánica.

**Indicadores:** En el proceso de producción del ladrillo de arcilla se trabajarán con las dosificaciones siguientes: 0.0%PI, 3.5% PI, 6.5% PI, 9.5% PI, 12.5% y 0.0%CPC, 0.5%CPC, 1.5%CPC, 2.5%CPC, 3.5%CPC, son los porcentajes que se incorporaran al ladrillo para realizar los comportamientos físicos y mecánicas en muros portantes de ladrillo, se realizaran los ensayos de laboratorio como: la resistencia a la compresión, resistencia a la compresión axial de pilas, resistencia a la compresión diagonal, porcentaje de absorción, variación dimensional y alabeo.

**Escalas de medición:** “Se usarán instrumentos para evaluar las pruebas con la balanza, el ensayo a la compresión, compresión axial de pilas y compresión diagonal se realizarán según la NTP, para la evaluación de alabeo se utilizará una cuña metálica graduada, para hallar la variación

dimensional se determinan todas las medidas de ladrillo con el instrumento de una regla graduada milimétricamente de acero, “señala que para evaluar la absorción se manejarán 3 unidades enteras marcadas y registradas, procediendo de la siguiente manera: se zambullirán las unidades en agua a una temperatura ambiente por 24 horas”.<sup>19</sup>

### 3.3. Población, Muestra y Muestreo

**Poblacion:** “Como un conjunto de elementos finitos o infinitos con características comunes, por lo que los resultados de la investigación serán extensos, de tal modo que quede delimitada por el problema que se estudia y además por los objetos de estudio”.<sup>20</sup>

Los residentes estarán combinados por las unidades de ladrillo de arcilla de medidas 24cm x 13cm x 8cm de todos los ensayos como la resistencia a la compresión axial de las pilas resistencia a la compresión, resistencia a la compresión diagonal, porcentaje de absorción, variación dimensional y alabeo; así como de las distintas dosificaciones con paja de ichu y ceniza de paja de cebada, aplicado en los diseños”.<sup>21</sup>

“Nos indica que son 5 unidad de ladrillo de arcilla para cada ensayo realizado; ante ello, sienta un total de 05 diseños para las pruebas de laboratorio”.<sup>22</sup>

*Tabla N° 08: Muestras de la investigación*

ENSAYOS DE LABORATORIO									
Porcentajes de adición de Ladrillo de arcilla		Comportamientos físicos				Comportamientos mecánicos			Total
		Absorción en %	Variación dimensional en mm	Alabeo en mm	Succión (g/200cm2/min)	Resistencia la compresión en kg/cm2	Resistencia a la compresión de pilas en kg/cm2	Resistencia a la compresión diagonal en kg/cm2	
Paja de ichu	Ceniza de paja de cebada								
0.0%	0.0%	5	10	10	5	5	3	3	
3.5%	0.5%	5	10	10	5	5	3	3	
6.5%	1.5%	5	10	10	5	5	3	3	
9.5%	2.5%	5	10	10	5	5	3	3	
12.5%	3.5%	5	10	10	5	5	3	3	
<b>Total</b>		<b>25</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>205</b>

<sup>19</sup> (NTP 399.604, 2002)

<sup>20</sup> (Arias, 2012 pág. 81)

<sup>21</sup> (WIGODSKI S., 2010)

<sup>22</sup> (E-070, 2006)

*Fuente: Elaboración propia*

**Criterios de inclusión:** “El criterio de inclusión, es la delimitación de la población, considerando todos sus aspectos, propiedades y características de la población en estudio”.<sup>23</sup>

**Criterios de exclusión:** “Constituye la delimitación en la población excluyendo aspectos, características y propiedades de la población de estudio”.<sup>24</sup> En la presente investigación no se utilizarán pajas o cenizas que no sean de paja de ichu y de ceniza de paja de cebada”.

**Muestra:** “El espécimen se correlaciona con la población es decir un número de personas u objetos escogidos científicamente, cada uno de los cuales es un componente del espacio”.<sup>25</sup>

**Muestreo:** “consideran muestreo no probabilístico, a procedimientos que no utilizan la ley del accidente ni el cálculo de probabilidades para seleccionar una muestra, el muestreo alcanzado es sesgado y no se puede saber cuál es el nivel de confiabilidad, de los resultados de la investigación”.<sup>26</sup>

*Tabla N° 09: La cantidad total de la muestra*

---

<sup>23</sup> (IBEROFORUM, 2007)

<sup>24</sup> (IBEROFORUM, 2007)

<sup>25</sup> (GONZALES, SALAZAR, 2015)

<sup>26</sup> (ÑAUPAS PAITAN, MEJIA MEJIA, NOVOA RAMIREZ, & VILLAGOMEZ PAUCAR, 2014)

Comportamientos	Ensayos	Espécimen	Dimensión del espécimen en cm	N° DE MUESTRAS POR VARIABLE (% EN PESO SECO DE LA MUESTRA)					TOTAL, DE MUESTRAS
				0.0% PI y 0.0% CPC	3.5% PI y 0.5% CPC	6.5% PI y 1.5% CPC	9.5% PI y 2.5% CPC	12.5% PI y 3.5% CPC	
Físicos	Variación dimensional	Ladrillo	24x13x8	10	10	10	10	10	50
	absorción	Ladrillo	24x13x8	5	5	5	5	5	25
	alabeo	Ladrillo	24x13x8	10	10	10	10	10	50
	succión	ladrillo	24x13x8	5	5	5	5	5	25
Mecánicos	Resistencia a la comprensión simple	Ladrillo	24x13x8	5	5	5	5	5	25
	Resistencia a la comprensión axial de pilas	Pilas	24x13x8	3	3	3	3	3	15
	Resistencia a la comprensión diagonal	Muretes	24x13x8	3	3	3	3	3	15
<b>TOTAL</b>									<b>205</b>

*Fuente: 331.019 NTP, (1982)*

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

#### Técnica de investigación:

“Considera que la técnica de análisis directa, es un método para obtener información, mediante el análisis al objeto de estudio dentro de una situación particular”.<sup>27</sup>

“La técnica, como método de la selección de datos para este de investigación, serán las pruebas en laboratorio cuasi experimental y en base a los instrumentos de acumulación de datos fueron mediante sus comportamientos mecánicas y físicas del ladrillo (0.0%PI, 3.5%PI, 6.5%PI, 9.5%PI, 12.5%PI) y 0.0%PCP, 0.5%PCP, 1.5%CPC, 2.5%CPC, 3.5%CPC), se creó la fiabilidad al emplearse los laboratorios para realizar los ensayos, y se creó la validez al realizar los pruebas, designadas para cada tipo de prueba”.<sup>28</sup>

<sup>27</sup> (LOREDO TORRES, 2018)

<sup>28</sup> (E-070, 2006)

## Observación directa

“La observación directa es donde el mismo investigador recolecta información; sin abordar los temas en cuestión; aprovecha directamente tu sentido de observación”.<sup>29</sup>

## Instrumentos de recolección de datos:

Se emplearon fichas técnicas para poder apuntar cada dato de las pruebas con dosificaciones de 0.0%, 3.5%, 6.5%, 9.5%, 12.5% de (PI) y 0.0%, 0.5%, 1.5%, 2.5%, 3.5% de (CPC) para poder determinar los comportamientos físicos y mecánicas.

## Validez:

Consiste en asegurar que el efecto o resultado sea del producto de variable independiente o del procesamiento, y no sea de otros factores o variables que intervienen y estas deben ser controlarse”.<sup>30</sup>

La evaluación de expertos demostrara la confiabilidad de la investigación y que está formada por profesionales con amplia experiencia y puedan encaminar a través del juicio preciso y veraz de 3 profesionales.

Tabla N° 10: Cuadro de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.65	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

*Fuente: Oseda et al (2016)*

---

<sup>29</sup> (TAMAYO, 2007)

<sup>30</sup> (Arias, 2012 pág. 36)

### **Confiabilidad:**

La confiabilidad de un determinado instrumento de medición refiere que debe producirse resultados iguales en el mismo muestra las repetidas veces que se hace”.<sup>31</sup>

En el actual estudio la confiabilidad está asegurada por los certificados de calibración de los equipos de laboratorio que se utilizaron, los mismos ensayos que fueron asesorados y realizados por un experto y profesional de la materia.

*Tabla N° 11: Cuadro de confiabilidad*

<b>Rango</b>	<b>Magnitud</b>
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Moderada
0.21 – 0.40	Baja
0.001 – 0.20	Muy baja

*Fuente: Lao & Takakuwa (2016)*

### **3.5. Procedimientos**

“El material de la arcilla fue extraída del mismo lugar de la ladrillera y el insumo que se adicionara (paja de ichu y paja de cebada) se recolectó en la jurisdicción y de los pueblos cercanos a la ciudad de Piscobamba – Ancash, seguidamente para obtener la ceniza de paja de cebada realizó la combustión en el horno artesanal.

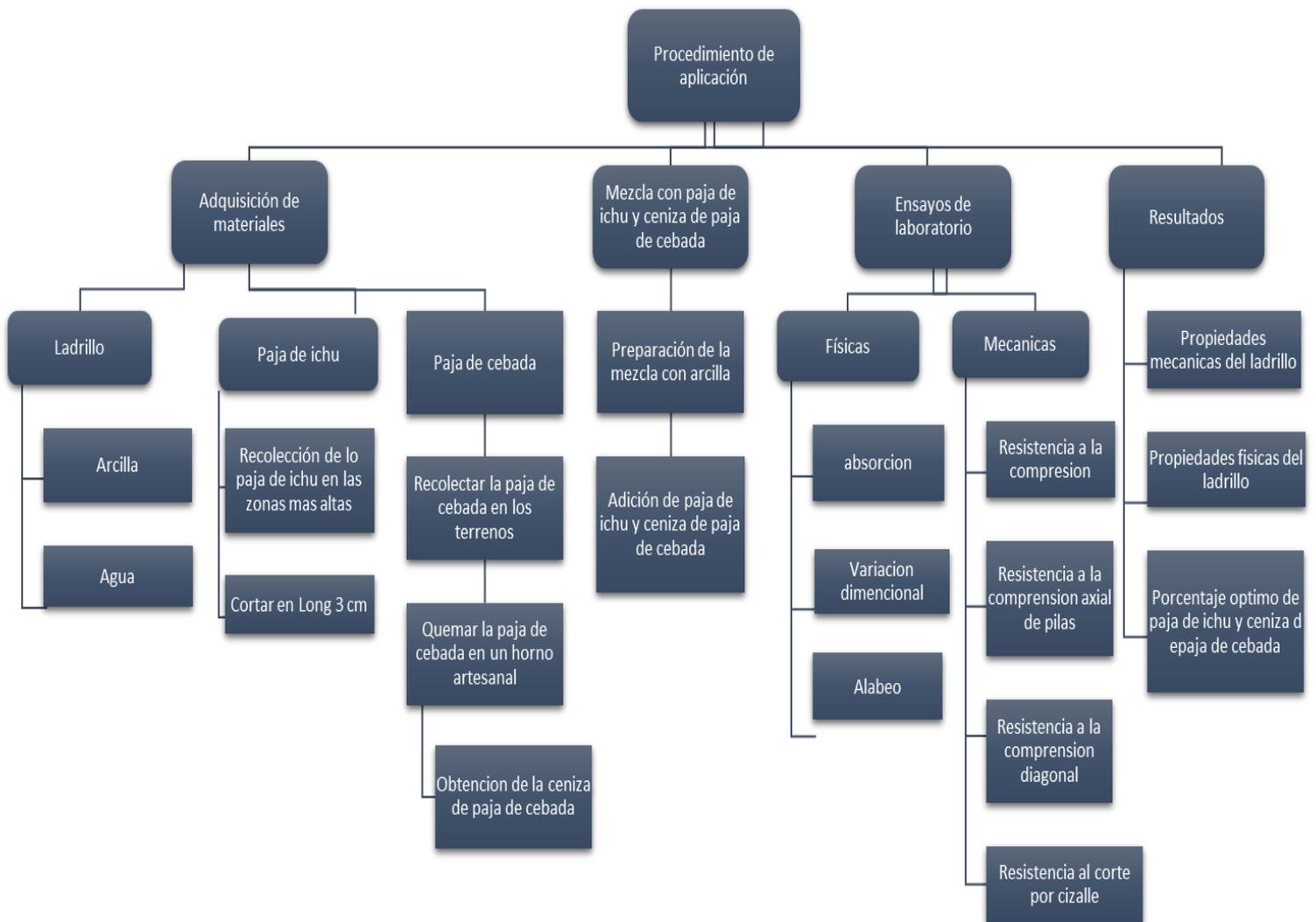
La recolección de paja de ichu se realizó en la parte alta del distrito de Piscobamba cortando con la herramienta llamado hoz, después de recopilar una adecuada cantidad se procedió a realizar cortes de medidas 3 a 5 cm con la herramienta llamado machete para que finalmente se pueda incorporar a la arcilla y el insumo orgánico (paja de cebada) se recolectó de la jurisdicción de la ciudad de Piscobamba de la provincia de Mariscal Luzuriaga – Ancash, después de contar con una proporción adecuada se incineró en un horno artesanal para así obtener la ceniza de paja de cebada”.

---

<sup>31</sup> (Hernández, 2014 pág. 200)

“Luego se procedió a forjar ladrillos de arcilla con la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada, se trasladó al lugar propicio por 07 días para el secado después se traslada al horno para su cocción por 24 horas, llegando a temperaturas mayores a 800°C, al final se deja a temperatura de ambiente normal por un periodo de 5 días como mínimo para el uso. Luego será trasladado al laboratorio de pruebas a la ciudad de Huaraz para que se realizan en el estudio de laboratorio los comportamiento físico-mecánica.

*Figura N° 09: Esquema de procedimiento de aplicación*



**Fuente:** Elaboración propia

Para la recolección de paja de ichu nos dirigimos al lugar donde la planta crece de forma silvestre y en abundancia, en la parte alta puna de la ciudad de Piscobamba, para extraer paja de ichu con la herramienta de hoz.

*Figura N° 10: Proceso de recojo de paja de ichu.*



*Fuente: Elaboración propia.*

Después de la recolección de la paja de ichu, se procede a realizar los cortes de medidas 3 a 5 cm con la herramienta llamado machete.

*Figura N° 11: Proceso de corte de paja de ichu.*



*Fuente: Elaboración propia*

El proceso de recolección de paja de cebada de los sembríos de cebada cercano a ello donde se encuentra restos después de la cochera para luego ser calcinadas en horno y obtener la ceniza de cebada.

*Figura N° 12: La recolección de paja de cebada en costales.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura N° 13: incineración de paja de cebada en horno de barro.*



*Fuente: Elaboración propia*

El proceso de recolección de ceniza de paja de cebada después de combustión en un horno artesanal, se procede a realizar el recojo en un recipiente:

*Figura N° 14: recojo de ceniza de paja de cebada después de la combustión.*



*Fuente: Elaboración propia*

### **3.6. Método de Análisis de Datos**

“Menciona que en este paso se describen las diferentes operaciones que se realizarán sobre los datos obtenidos: clasificación, registro, tabulación y codificación”.<sup>32</sup>

“Los resultados y datos obtenidos realizados en el laboratorio de ensayos se analizarán a través de cuadros estadísticos, utilizando el software Microsoft Excel, donde se indicarán los porcentajes tomados de la paja de ichu y ceniza de paja de cebada que se va incorporar para cada ladrillo fabricado. Y a través de ellos podemos observar cada ensayo de laboratorio y tomando las anotaciones de los resultados. Para poder observar si la hipótesis que se ha planteado en la investigación es cierta o nula, se realizaran los respectivos ensayos de los comportamientos físicos y mecánicas ya adicionado los porcentajes respectivos”.

### **3.7. Aspectos Éticos**

“El presente proyecto de investigación realizada por los integrantes fue desarrollada con mucha dedicación, empeño, respeto, honestidad y

---

<sup>32</sup> (Arias, 2012 pág. 111)

humildad; respetando los conocimientos, reglamentos, normas basadas al proyecto que fueron utilizadas en el presente estudio de la investigación”.

## **IV. RESULTADOS**

### **Descripción de la zona de estudio**

#### **Nombre de la tesis**

“Comportamiento Físico-Mecánica en muros portantes de ladrillo adicionando paja de ichu y ceniza de paja de cebada, Áncash-2022”

#### **Ubicación política**

El proyecto de investigación actual que fue materia estudio de se desarrolló bajo las condiciones ambientales y climatológicas del lugar de estudio. “La Provincia de Mariscal Luzuriaga es una de las veinte provincias que conforman el Departamento de Áncash en el Perú.

#### **Límites**

Norte: con la provincia de Pomabamba

Sur: con la provincia Carlos Fermín Fitzcarrald

Este: con el departamento de Huánuco

Oeste: con la provincia de Yungay

#### **Ubicación geográfica**

La provincia de mariscal Luzuriaga las siguientes coordenadas geográficas: latitud Sur 8° 52'59" S y Oeste 77° 21'00" O, cuenta con una superficie de 730.58 km<sup>2</sup> aproximadamente ubicada a una altitud de 3.250 m s.n.m. según INEI hasta el 2017 contaba con la población de 20, 284 habitantes.

#### **Clima**

La provincia tiene un clima moderado, con una gran cantidad de manifiestos de épocas de sequía en meses de abril hasta agosto y de lluvias de septiembre hasta abril.

*Figura N° 15: Mapa Satelital de Piscobamba*



*Fuente: Google Earth*

**Ubicación geográfica:**

Departamento	: Ancash
Provincia	: Piscobamba
Distrito	: Piscobamba

*Figura N° 16: Mapa de Perú*



*Fuente: Google Search*

*Figura N° 17: Mapa de la Región Ancash*



*Fuente: Google Search*

## Localización:

Figura N° 18: Localización de la Ladrillera.



Fuente: Google Earth.

Los ladrillos artesanales se elaborarán en el sector denominado Moyabamba – ubicado en el Distrito de Piscobamba – Provincia Mariscal Luzuriaga Departamento de Ancash,

Se realizó el diseño de mezcla de la adición de (PI) en porcentajes de (0.0%, 3.5%, 6.5%, 9.5%, 12.0%) y (CPC) en porcentajes de (0.0%, 0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%) en ladrillos de arcilla, usando 5.10 kg de masa de arcilla 825 ml de agua por la unidad de ladrillo.

Tabla N° 12: Diseño de mezcla

DISEÑO DE MEZCLA							
N°	MATERIAL	UND	PORCENTAJE EN KG				
			0.00%	3.50%	6.50%	9.50%	12.00%
			0.00%	0.50%	1.50%	2.50%	3.50%
1	MASA DE ARCILLA	KG	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10
2	PI	KG	0.00	0.179	0.332	0.485	0.612
3	CPC	KG	0.00	0.026	0.077	0.128	0.179
4	AGUA	ML	825.00	825.00	825.00	825.00	825.00

Fuente: elaboración propia

**Objetivo específico 1:** Determinar cómo influye la paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físicos en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022.

### Variación dimensional

Se realizó el ensayo de la variación dimensional según la NTP 399.613, se utilizaron ladrillos elaborados secos, para dicho ensayo se procedió a medir el largo, ancho y alto, usando una regla graduada con precisión al milímetro. Se usaron diez muestras de ladrillo artesanal para cada porcentaje de paja de ichu y ceniza de paja de cebada las unidades de ladrillos se eligieron aleatoriamente para realizar el ensayo.

*Figura N° 19: Ensayo de variación dimensional del ladrillo de arcilla.*



*Fuente: elaboración propia*

*Tabla N° 13: Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con muestra patrón*

N°	DESCRIPCIÓN	Largo (mm)	Variación (%)	Ancho(mm)	Variación (%)	Alto (mm)	Variación (%)
1	0%P L-1	239.3	1.38	136.5	-4.28	75.0	8.21
2	0%P L-2	243.5	-1.10	140.2	-6.76	77.5	4.37
3	0%P L-3	242.1	-0.25	137.2	-4.91	79.6	3.02
4	0%P L-4	242.5	-0.75	138.1	-5.47	76.3	5.94
5	0%P L-5	243.6	-0.58	138.9	-6.03	76.2	8.12
6	0%P L-6	242.6	-0.94	138.6	-5.02	78.1	3.22
7	0%P L-7	241.3	0.09	139	-5.84	78.2	4.73
8	0%P L-8	240.4	-0.05	137.8	-5.71	76.6	5.78
9	0%P L-9	238.5	1.21	136.5	-3.73	76.9	5.27
10	0%P L-10	239.6	0.61	138.4	-5.26	77.1	4.58
	<b>PROMEDIO=</b>		-0.04		-5.30		5.32

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** en la tabla 13 se describe los resultados obtenidos con la muestra patrón, de los cuales se observa que tiene una variación dimensional promedio de -0.04% de largo, -5.30% de ancho y 5.32% de alto, teniendo una clasificación de Tipo III según la NTE E. 070 (2020).

*Tabla N° 14: Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con muestra de 0.5% CPC y 3.5% PI.*

N°	DESCRIPCIÓN	Largo (mm)	Variación (%)	Ancho(mm)	Variación (%)	Alto(mm)	Variación (%)
1	0.5% CPC Y 3.5% PI L-1	239.2	0.54	133.9	-1.89	75.2	8.58
2	0.5% CPC Y 3.5% PI L-2	235.8	2.11	130.5	1.97	75.1	7.78
3	0.5% CPC Y 3.5% PI L-3	240.0	0.64	134.7	-2.25	76.1	5.98
4	0.5% CPC Y 3.5% PI L-4	236.0	2.05	131.9	-0.77	75.5	6.79
5	0.5% CPC Y 3.5% PI L-5	236.5	1.92	134.1	-2.41	76.7	5.77
6	0.5% CPC Y 3.5% PI L-6	239.0	0.59	131.8	-0.73	75.7	6.30
7	0.5% CPC Y 3.5% PI L-7	237.4	1.53	131.8	-0.54	77.2	5.07
8	0.5% CPC Y 3.5% PI L-8	238.1	1.16	132.5	-1.56	77.3	5.44
9	0.5% CPC Y 3.5% PI L-9	235.8	2.64	133.2	-0.58	75.4	8.20
10	0.5% CPC Y 3.5% PI L-10	234.4	2.48	131.2	-0.27	76.5	5.57
	<b>PROMEDIO=</b>		1.57		-0.90		6.55

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** en la tabla 14 se describe los resultados obtenidos con la muestra patrón, de los cuales se observa que tiene una variación dimensional promedio de 1.57% de largo, -0.90% de ancho y 6.55% de alto, teniendo una clasificación de Tipo II según la NTE E. 070 (2020).

*Tabla N° 15: Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con muestra de 1.5% CPC y 6.5% PI.*

N°	DESCRIPCIÓN	Largo (mm)	Variación (%)	Ancho(mm)	Variación (%)	Alto(mm)	Variación (%)
1	1.5% CPC Y 6.5% PI L-1	240.2	0.13	133.2	-1.79	76.7	5.40
2	1.5% CPC Y 6.5% PI L-2	236.1	1.80	133.1	-0.98	74.9	9.23
3	1.5% CPC Y 6.5% PI L-3	236.1	2.11	135.0	-1.14	74.3	9.66
4	1.5% CPC Y 6.5 %PI L-4	242.3	-0.80	134.5	-3.38	76.9	4.79
5	1.5% CPC Y 6.5 P%I L-5	241.4	-0.32	133.9	-0.16	75.9	8.03
6	1.5% CPC Y 6.5% PI L-6	237.3	1.23	135.8	-3.55	76.3	6.43
7	1.5% CPC Y 6.5% PI L-7	240.8	0.42	134.3	-2.71	76.0	7.05
8	1.5% CPC Y 6.5% PI L-8	235.7	1.95	133.1	-1.17	74.8	8.19
9	1.5% CPC Y 6.5% PI L-9	240.3	0.65	134.7	-3.07	76.2	5.94
10	1.5% CPC Y 6.5% PI L-10	243.5	-0.51	134.9	-3.28	77.0	4.91
	<b>PROMEDIO=</b>		0.66		-2.12		6.96

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** en la tabla 15 se describe los resultados obtenidos con la muestra patrón, de los cuales se observa que tiene una variación dimensional promedio de 0.66% de largo, -2.12% de ancho y 6.96% de alto, teniendo una clasificación de Tipo II según la NTE E. 070 (2020).

*Tabla N° 16: Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con muestra de 2.5% CPC y 9.5% PI.*

N°	DESCRIPCIÓN	Largo (mm)	Variación (%)	Ancho(mm)	Variación (%)	Alto(mm)	Variación (%)
1	2.5% CPC Y 9.5% PI L-1	239.8	0.55	132.7	-1.17	79.3	1.50
2	2.5% CPC Y 9.5% PI L-2	240.9	0.41	132.6	-1.16	80.6	0.61
3	2.5% CPC Y 9.5% PI L-3	239.5	0.91	132.1	-0.79	79.5	2.54
4	2.5% CPC Y 9.5 %PI L-4	241.1	0.29	132.1	-0.11	78.6	2.30
5	2.5% CPC Y 9.5 P%I L-5	240.0	0.63	133.6	-0.66	79.2	1.59
6	2.5% CPC Y 9.5% PI L-6	240.4	0.51	132.7	-0.81	78.6	2.94
7	2.5% CPC Y 9.5% PI L-7	241.7	0.73	132.5	-0.67	79.1	1.43

8	2.5% CPC Y 9.5% PI L-8	240.8	0.26	133.8	-0.53	80.9	-0.67
9	2.5% CPC Y 9.5% PI L-9	241.1	0.33	133.3	0.86	78.8	2.45
10	2.5% CPC Y 9.5% PI L-10	241.0	0.15	132.6	0.09	79.2	1.32
	<b>PROMEDIO=</b>		0.48		-0.66		1.60

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** en la tabla 16 se describe los resultados obtenidos con la muestra patrón, de los cuales se observa que tiene una variación dimensional promedio de 0.48% de largo, -0.66% de ancho y 1.60% de alto, teniendo una clasificación de Tipo V según la NTE E. 070 (2020).

*Tabla N° 17: Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con muestra de 3.5% CPC y 12.5% PI.*

N°	DESCRIPCIÓN	Largo (mm)	Variación (%)	Ancho(mm)	Variación (%)	Alto(mm)	Variación (%)
1	3.5% CPC Y 12.5% PI L-1	239.0	0.82	134.1	-2.33	77.9	3.59
2	3.5% CPC Y 12.5% PI L-2	238.2	0.95	132.1	-1.06	79.2	1.49
3	3.5% CPC Y 12.5% PI L-3	242.1	-0.52	132.5	-1.15	78.4	3.33
4	3.5% CPC Y 12.5 %PI L-4	239.1	0.65	131.7	-0.65	79.4	2.93
5	3.5% CPC Y 12.5 P%I L-5	239.1	0.65	131.6	-0.88	78.9	2.17
6	3.5% CPC Y 12.5% PI L-6	241.7	-0.16	131.7	-1.01	78.1	2.98
7	3.5% CPC Y 12.5% PI L-7	241.5	-0.26	131.3	-0.73	80.5	0.72
8	3.5% CPC Y 12.5% PI L-8	240.0	0.49	131.1	-0.74	78.3	4.05
9	3.5% CPC Y 12.5% PI L-9	240.9	-0.14	131.5	-0.85	78.3	4.17
10	3.5% CPC Y 12.5% PI L-10	241.7	-0.24	131.6	-0.82	79.1	2.68
	<b>PROMEDIO=</b>		0.22		-1.02		2.81

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** en la tabla 17 se describe los resultados obtenidos con la muestra patrón, de los cuales se observa que tiene una variación dimensional promedio de 0.22% de largo, -1.02% de ancho y 2.81% de alto, teniendo una clasificación de Tipo IV según la NTE E. 070 (2020).

*Tabla N° 18: Resumen de resultados obtenidos de la variación dimensional*

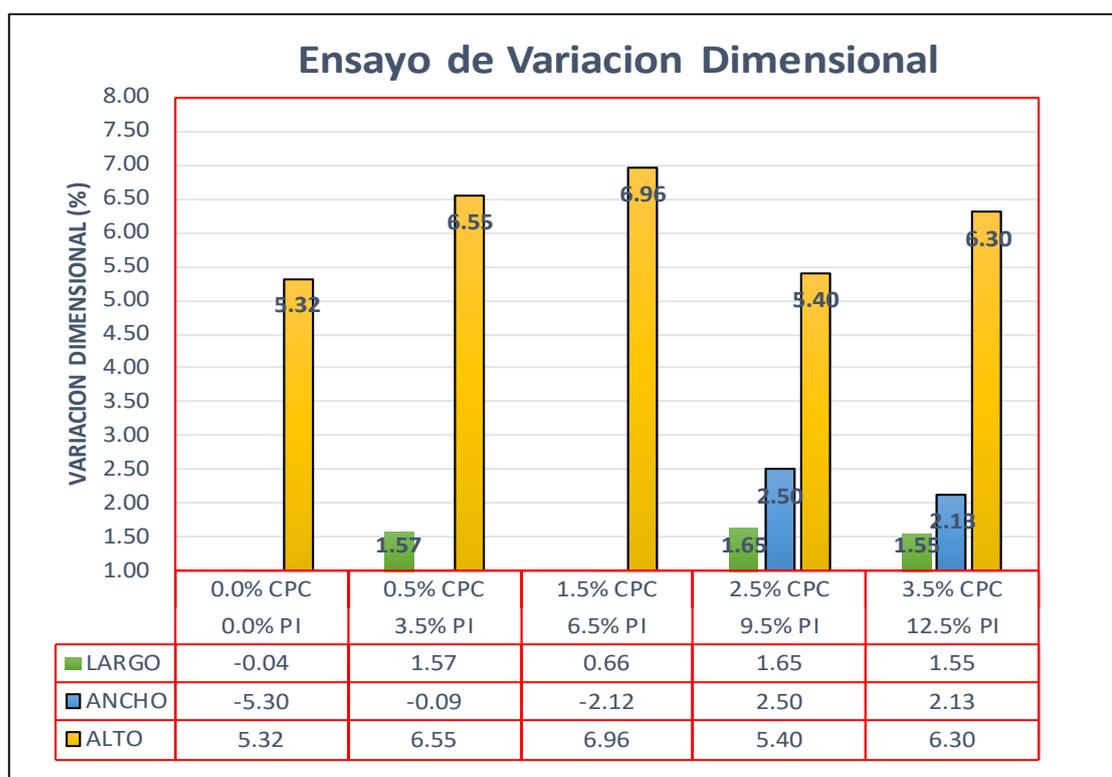
% DE CENIZA	VARIACIÓN DIMENSIONAL						CLASIFICACIÓN SEGÚN NTP E.070
	LARGO		ANCHO		ALTURA		
	L (mm)	V.D. (%)	A (mm)	V.D. (%)	H (mm)	V.D. (%)	
0% PATRON	241.4	-0.04	138.1	-5.3	77.1	5.32	Tipo III
<b>CENIZA DE PAJA DE CEBADA (CPC) Y PAJA DE ICHU (PI)</b>							
0.5% CPC y 3.5% PI	237.2	1.57	132.5	-0.9	76.1	6.55	Tipo II

1.5% CPC y 6.5% PI	239.4	0.66	134.2	-2.12	75.9	6.96	<b>Tipo II</b>
2.5% CPC y 9.5% PI	240.6	0.48	132.8	-0.66	79.4	1.6	<b>Tipo V</b>
3.5% CPC y 12.5% PI	240.4	0.22	131.9	-1.02	78.8	2.81	<b>Tipo IV</b>

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** en la tabla 18 se describe un resumen de los resultados obtenidos con diferentes dosificaciones, clasificando según tipo de ladrillo de acuerdo a la NTP E. 070.

*Figura N° 20: Resultados del ensayo de variación dimensional con adición de 0.0% PI y 0.0% CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5% CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.*



*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la figura N° 20, se aprecia que la dosificación más favorable es de 1.5% CPC y 6.5% PI debido a que mientras mayor porcentaje existe un aumento en su variación dimensional.

## Alabeo

Este ensayo se realizó según la NTP 399.604, poner los ladrillos en una mesa recta nivelada, utilizando un par de cuñas metálicas graduadas y una regla metálica, así obteniendo valores de concavidad y convexidad del ladrillo.

Se utilizaron diez unidades de ladrillo artesanal por la adición de Paja de ichu y ceniza de paja cebada en porcentajes (0.0% PI+0.0%CPC, 3.5%PI+0.5%CPC, 6.5%PI+1.5%CPC, 9.5%PI+2.5%CPC, 12,0%PI+3.5%CPC) las unidades fueron elegidas aleatoriamente.

*Figura N° 21: Ensayo de alabeo del ladrillo arcilla*



*Fuente: elaboración propia*

*Tabla N° 18: Resultados obtenidos de alabeo de muestra patrón*

N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		CARA SUPERIOR (mm)	CARA SUPERIOR (mm)
	1	2	1	2		
L-1	1.50	4.00	5.00	2.00	2.75	3.50
L-2	3.00	3.50	6.00	1.00	3.25	3.50
L-3	6.00	4.00	3.00	2.00	5.00	2.50
L-4	2.50	4.00	7.50	7.00	3.25	7.25
L-5	2.00	4.00	0.50	1.00	3.00	0.75
L-6	6.00	3.00	6.50	2.00	4.50	4.25

L-7	1.00	2.00	3.00	4.00	1.50	3.50
L-8	4.00	3.00	3.00	5.00	3.50	4.00
L-9	0.50	6.00	4.00	6.50	3.25	5.25
L-10	4.00	3.00	1.50	2.50	3.50	2.00
PROMEDIO					3.35	3.65

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 18 se puede observar que el alabeo máximo obtenido de las unidades ensayadas es de 3.65 mm. Cumpliendo con la NTP E-070 (2020) la cual nos indica un alabeo máximo de 10 mm para ladrillos tipo I.

*Tabla N° 19: Resultados obtenidos de alabeo con 0.5% CPC y 3.5% PI.*

N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		CARA SUPERIOR (mm)	CARA SUPERIOR (mm)
	1	2	1	2		
L-1	1.5	2.0	3.0	4.0	1.75	3.5
L-2	3	4.0	0.5	1.0	3.5	0.75
L-3	0.5	1.0	3.0	2.5	0.75	2.75
L-4	2	2.0	4.0	1.0	2.0	2.5
L-5	5	4.0	3.0	3.5	4.5	3.25
L-6	7	3.0	3.0	4.0	5.0	3.5
L-7	1	1.5	2.0	4.0	1.25	3.0
L-8	3	4.0	3.5	3.0	3.5	3.25
L-9	5	5.0	4.0	4.0	5.0	4.0
L-10	5	2.0	1.5	2.0	3.5	1.75
PROMEDIO					3.08	2.83

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 18 se puede observar que el alabeo máximo obtenido de las unidades ensayadas es de 3.08 mm. Cumpliendo con la NTP E-070 (2020) la cual nos indica un alabeo máximo de 10 mm para ladrillos tipo I.

*Tabla N° 20: Resultados obtenidos de alabeo con 1.5% CPC y 6.5% PI.*

N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		CARA SUPERIOR (mm)	CARA SUPERIOR (mm)
	1	2	1	2		
L-1	0.50	3.00	2.00	2.50	1.75	2.25
L-2	4.00	9.00	3.00	2.00	6.50	2.50
L-3	1.00	6.00	7.00	5.00	3.50	6.00
L-4	2.00	5.00	3.00	5.00	3.50	4.00
L-5	2.00	2.00	5.00	3.00	2.00	4.00
L-6	1.00	4.00	2.00	1.00	2.50	1.50
L-7	1.00	3.00	5.00	3.00	2.00	4.00
L-8	1.00	6.00	4.00	1.00	3.50	2.50
L-9	4.00	7.00	3.00	3.00	5.50	3.00

L-10	3.00	2.00	3.50	4.00	2.50	3.75
PROMEDIO					3.33	3.35

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 20 se puede observar que el alabeo máximo obtenido de las unidades ensayadas es de 3.35 mm. Cumpliendo con la NTP E-070 (2020) la cual nos indica un alabeo máximo de 10 mm para ladrillos tipo I.

*Tabla N° 21: Resultados obtenidos de alabeo con 2.5% CPC y 9.5% PI.*

N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		CARA SUPERIOR (mm)	CARA SUPERIOR (mm)
	1	2	1	2		
L-1	0.50	3.00	2.00	2.00	1.75	2.00
L-2	2.00	3.00	2.00	4.00	2.50	3.00
L-3	1.00	1.50	2.00	3.00	1.25	2.50
L-4	4.00	2.50	3.00	1.00	3.25	2.00
L-5	1.00	0.50	2.00	2.00	0.75	2.00
L-6	3.00	2.00	2.50	1.00	2.50	1.75
L-7	1.00	1.00	0.50	3.00	1.00	1.75
L-8	4.00	5.00	2.00	3.00	4.50	2.50
L-9	2.00	3.00	1.00	4.00	2.50	2.50
L-10	3.50	4.00	5.00	2.00	3.75	3.50
PROMEDIO					2.38	2.35

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 21 se puede observar que el alabeo máximo obtenido de las unidades ensayadas es de 2.38 mm. Cumpliendo con la NTP E-070 (2020) la cual nos indica un alabeo máximo de 10 mm para ladrillos tipo I.

*Tabla N° 22: Resultados obtenidos de alabeo con 3.5% CPC y 12.5% PI.*

N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		CARA SUPERIOR (mm)	CARA SUPERIOR (mm)
	1	2	1	2		
L-1	3.00	2.00	1.00	1.00	2.50	1.00
L-2	1.00	1.50	2.00	2.00	1.25	2.00
L-3	3.00	4.00	5.00	2.00	3.50	3.50
L-4	3.00	3.00	4.00	2.00	3.00	3.00
L-5	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00
L-6	5.00	6.00	3.00	2.00	5.50	2.50
L-7	2.00	2.00	0.50	0.50	2.00	0.50
L-8	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00
L-9	1.00	1.00	2.00	3.00	1.00	2.50
L-10	4.00	5.00	2.00	1.00	4.50	1.50
PROMEDIO					2.83	1.95

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 22 se puede observar que el alabeo máximo obtenido de las unidades ensayadas es de 2.83 mm. Cumpliendo con la NTP E-070 (2020) la cual nos indica un alabeo máximo de 10 mm para ladrillos tipo I.

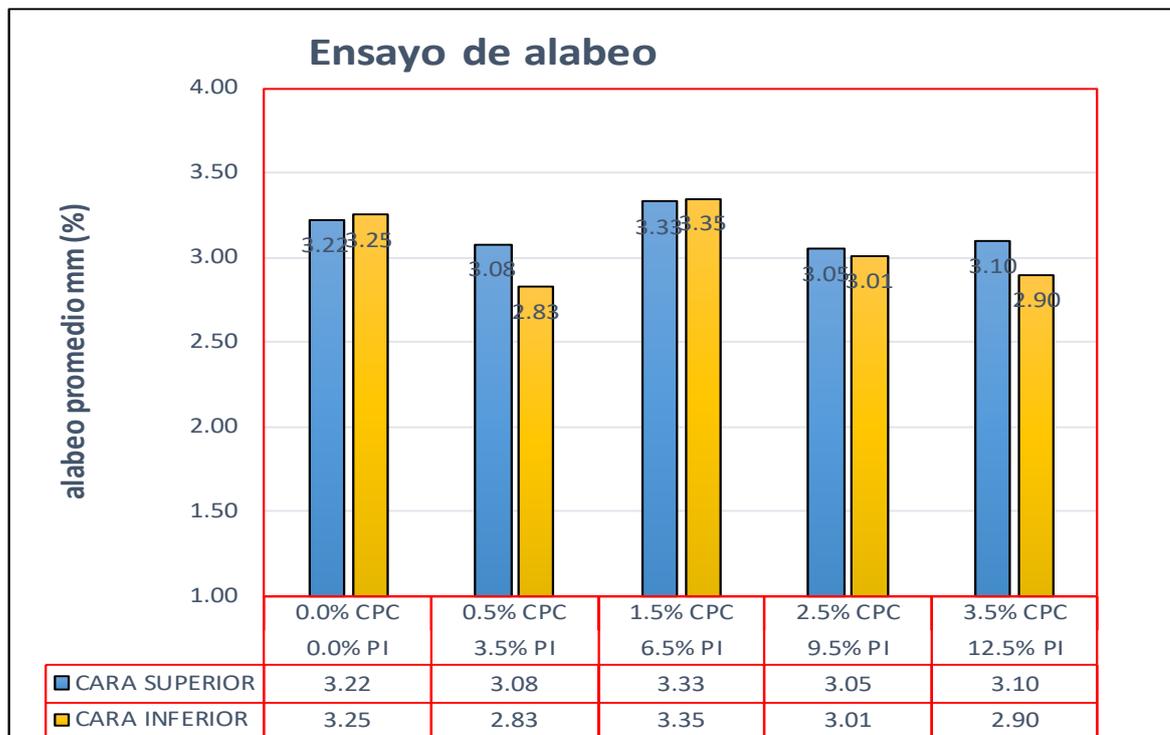
*Tabla N° 23: Resumen de resultados obtenidos de alabeo con CPC y PI*

MUESTRA		ALABEO	
		CARA SUPERIOR (mm)	CARA INFERIOR (mm)
0.0% PI	0.0% CPC	3.35	3.65
3.5% PI	0.5% CPC	3.08	2.83
6.5% PI	1.5% CPC	3.33	3.35
9.5% PI	2.5% CPC	2.38	2.35
12.5% PI	3.5% CPC	2.83	1.95

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 23, se puede apreciar los alabeos máximos obtenidos de las unidades de albañilería es en la muestra patrón con 3.35% en la cara superior y 3.65 en la cara inferior.

*Figura N° 22: Resultados del ensayo de alabeo con adición de 0.0% PI y 0.0% CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5% CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.*



*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la figura 22, se menciona El alabeo promedio en las unidades de ladrillo con 0.0% PI+0.0%CPC, son 3.35 mm superior y 3.65 mm inferior, con 3.5% PI+0.5%CPC, son 2.08 mm superior y 2.83 mm inferior, 6.5% PI+1.5%CPC, son 3.33 mm superior y 3.35 mm inferior, 9.5% PI+2.5%CPC, con 3.38 mm superior y 2.35 mm inferior y 12.5% PI+3.5%CPC, con 2.83 mm superior y 1.95 mm inferior. Asimismo, presentan un alabeo promedio máximo de 2 mm y 4 mm. por lo que se deduce que la adición de paja y ceniza de paja de cebada en la masa de arcilla, disminuye el alabeo.

### Absorción

El ladrillo se deja en el horno en un tiempo de 24 horas. Luego se procede a pesar los ladrillos. Después se sumergieron los ladrillos en un recipiente lleno de agua y se deja por un tiempo de 24 horas. Al cabo de transcurrido esas 24 horas, se retiran del agua, se secan superficialmente y se vuelven a pesar. Y según la NTE E.070 (2006) establece que la absorción para ladrillos de arcilla no debe ser mayor que 22 %.

*Figura N° 23: Ensayo de absorción del ladrillo de arcilla*



*Fuente: elaboración propia*

**Tabla N° 24:** Resultados obtenidos de absorción de unidades con patrón

N°	P. Natural (gr)	P. seco (gr)	P. saturado (gr)	Absorción (%)
L-1	3829	3826	4471	16.86%
L-2	3929	3925	4538	15.62%
L-3	3808	3803	4402	15.75%
L-4	3846	3841	4482	16.69%
L-5	3895	3888	4501	15.77%
L-6	3940	3936	4534	15.19%
			PROMEDIO	15.98%

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 24, se tiene una absorción promedio de 15.98% para la muestra patrón, cumpliendo este valor con lo establecido por la NTP E-070 (2020) la cual indica una absorción máxima de 22%, siendo la unidad aceptada debido a que el resultado es menor a lo indicado por la norma.

**Tabla N° 25:** Resultados obtenidos de absorción con 0.5% CPC y 3.5% PI.

N°	P. Natural (gr)	P. seco (gr)	P. saturado (gr)	Absorción (%)
L-1	3581	3561	4142	16.32%
L-2	3448	3434	3981	15.93%
L-3	3466	3461	4022	16.21%
L-4	3586	3550	4150	16.88%
L-5	3410	3371	4044	19.98%
L-6	3831	3561	4129	15.95%
			PROMEDIO	16.87%

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 25, se tiene una absorción promedio de 16.87% con dosificación de 0.5% CPC y 3.5% PI, cumpliendo este valor con lo establecido por la NTP E-070 (2020) la cual indica una absorción máxima de 22%, siendo la unidad aceptada debido a que el resultado es menor a lo indicado por la norma.

**Tabla N° 26:** Resultados obtenidos de absorción con 1.5% CPC y 6.5% PI.

N°	P. Natural (gr)	P. seco (gr)	P. saturado (gr)	Absorción (%)
L-1	3581	3560	4190	17.70%
L-2	3438	3428	3978	18.04%
L-3	3450	3455	4040	18.93%
L-4	3580	3558	4138	17.57%
L-5	3402	3360	4086	21.87%
L-6	3830	3589	4220	18.24%
			PROMEDIO	18.02%

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 26, se tiene una absorción promedio de 18.02% con dosificación de 1.5% CPC y 6.5% PI, cumpliendo este valor con lo establecido por la NTP E-070 (2020) la cual indica una absorción máxima de 22%, siendo la unidad aceptada debido a que el resultado es menor a lo indicado por la norma.

*Tabla N° 27: Resultados obtenidos de absorción con 2.5% CPC y 9.5% PI.*

N°	P. Natural (gr)	P. seco (gr)	P. saturado (gr)	Absorción (%)
L-1	3216	2988	3872	22.93%
L-2	3100	3095	3661	18.29%
L-3	3192	3081	3755	21.88%
L-4	3113	3100	3688	18.97%
L-5	3099	3078	3720	20.88%
L-6	3126	3108	3707	19.35%
			PROMEDIO	20.38%

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 27, se tiene una absorción promedio de 20.38% con dosificación de 2.5% CPC y 9.5% PI, cumpliendo este valor con lo establecido por la NTP E-070 (2020) la cual indica una absorción máxima de 22%, siendo la unidad aceptada debido a que el resultado es menor a lo indicado por la norma.

*Tabla N° 28: Resultados obtenidos de absorción con 3.5% CPC y 12.5% PI.*

N°	P. Natural (gr)	P. seco (gr)	P. saturado (gr)	Absorción (%)
L-1	3520	3500	4195	18.71%
L-2	3412	3427	4076	18.94%
L-3	3300	3370	4100	21.66%
L-4	3387	3417	4150	21.45%
L-5	3091	3423	4172	21.88%
L-6	3401	3433	4213	22.72%
			PROMEDIO	20.89%

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la tabla 28, se tiene una absorción promedio de 20.89% con dosificación de 3.5% CPC y 12.5% PI, cumpliendo este valor con lo establecido por la NTP E-070 (2020) la cual indica una absorción máxima de 22%, siendo la unidad aceptada debido a que el resultado es menor a lo indicado por la norma.

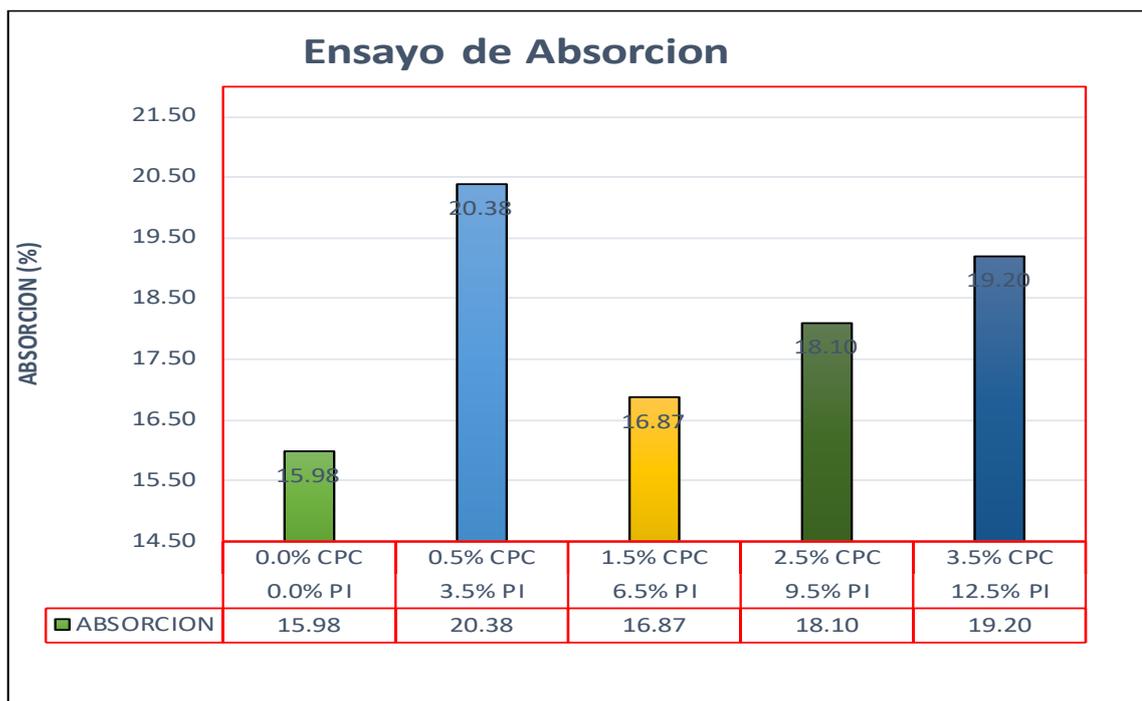
**Tabla N° 29:** Resumen de resultados obtenidos del ensayo de absorción con CPC y PI.

MUESTRA		ABSORCION (%)
0.0% PI	0.0% CPC	15.98%
3.5% PI	0.5% CPC	16.87%
6.5% PI	1.5% CPC	18.02%
9.5% PI	2.5% CPC	20.38%
12.5% PI	3.5% CPC	20.89%

*Fuente: elaboración propia*

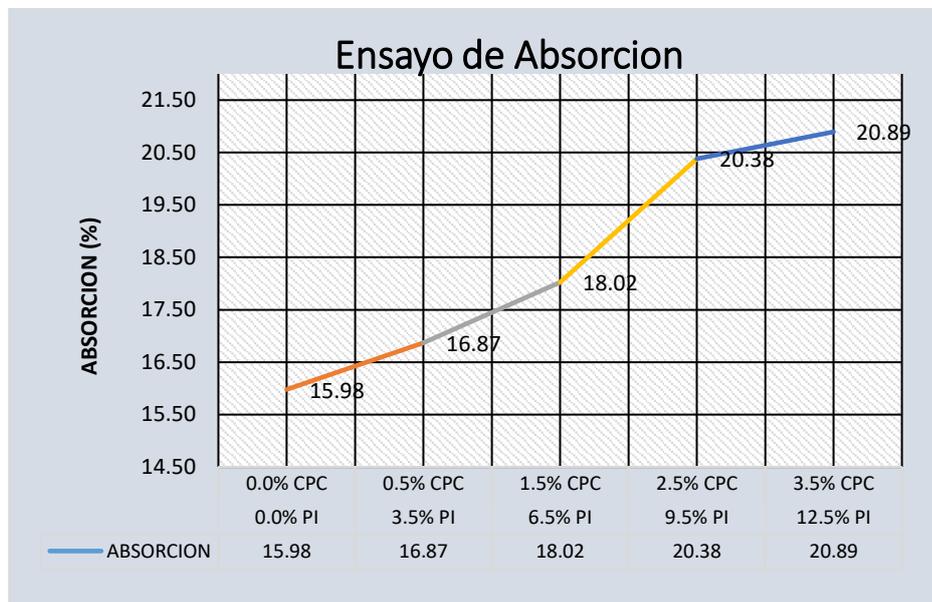
**Interpretación :** En la tabla 29 se aprecia un resumen de los resultados obtenidos con las diferentes dosificaciones de CPC y PI, donde la absorción menor obtenida es con la muestra patrón de 15.98%.

**Figura N° 24:** Resultados del ensayo de absorción con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.



*Fuente: elaboración propia*

**Figura N° 25:** Resultados del ensayo de absorción con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.



*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la figura 24 y 25, se observa una comparación de los resultados con diferentes dosificaciones de CPC y PI, siendo con adición de 3.5% CPC y 12.5% PI la que presenta mayor absorción con 20.89%, asimismo se aprecia que toda la dosificación aumenta respecto al patrón. Cumpliendo con lo establecido por la NTE E. 070, al no sobrepasar el 22%, por lo cual se cumple con la norma.

### Succión

Se ensayaron cinco unidades de albañilería con las diferentes dosificaciones de 0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5% de ceniza de paja de cebada y con 3.5%, 6.5%, 9.5% y 12.5% de paja de ichu. Para este ensayo se siguió y procedimiento establecido en la NTP 399.613 (2017). El cual consiste en colocar sobre una bandeja a una temperatura constante y nivelado horizontalmente mediante un nivel de burbuja. Una vez preparado la superficie se coloca la unidad sobre los soportes por un tiempo de 1 minuto. Tiempo en el cual se tiene que ir regulando el nivel de agua en el caso este disminuya.

Figura N° 26: Ensayo de succión del ladrillo de arcilla



Fuente: elaboración propia

Tabla N° 30: Resultados obtenidos de succión con patrón.

N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	VOLUMEN (ml)		SUCCIÓN (g/min/200cm <sup>2</sup> )
				V (inicial)	V (final)	
L-1	23.93	13.65	7.00	2500	2310	116.3
L-2	24.35	14.02	7.75	2500	2396	60.92
L-3	24.21	13.72	7.96	2500	2398	61.41
L-4	24.25	13.81	7.63	2500	2390	65.69
L-5	24.36	13.09	7.02	2500	2405	56.69
L-6	24.29	13.88	7.81	2500	2395	62.4
PROMEDIO						70.48

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** En la Tabla 30, se observa que la succión promedio obtenida en el patrón es 70.48 g/min/200cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 31: Resultados obtenidos de succión con 0.5% CPC y 3.5% PI.*

N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	VOLUMEN (ml)		SUCCIÓN (g/200cm <sup>2</sup> /min)
				V (inicial)	V(final)	
L-1	23.92	13.39	7.52	2500	3265	84.27
L-2	23.58	13.05	7.51	2500	2390	71.5
L-3	24	13.47	7.61	2500	2368	81.65
L-4	23.6	13.19	7.55	2500	2358	91.27
L-5	23.65	13.41	7.67	2500	2440	37.83
L-6	23.9	13.18	7.57	2500	2425	47.64
					PROMEDIO	69.03

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 31, se observa que la succión promedio obtenida con dosificación de 0.5% CPC y 3.5% PI es 69.03 g/min/200cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 32: Resultados obtenidos de succión con 1.5% CPC y 6.5% PI.*

N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	VOLUMEN (ml)		SUCCIÓN (g/200cm <sup>2</sup> /min)
				V (inicial)	V(final)	
L-1	24.02	13.32	7.67	2500	2304	122.5
L-2	23.61	13.31	7.49	2500	2410	57.28
L-3	23.61	13.5	7.43	2500	2425	47.09
L-4	24.23	13.45	7.69	2500	2360	85.89
L-5	24.14	13.39	7.59	2500	2340	99.03
L-6	23.73	13.58	7.63	2500	2420	49.64
					PROMEDIO	76.9

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 32, se observa que la succión promedio obtenida con dosificación de 1.5% CPC y 6.5% PI es 76.90 g/min/200cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 33: Resultados obtenidos de succión con 2.5% CPC y 9.5% PI.*

N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	VOLUMEN (ml)		SUCCIÓN (g/200cm <sup>2</sup> /min)
				V (inicial)	V(final)	
L-1	23.98	13.27	7.93	2500	2405	59.69
L-2	24.09	13.26	8.06	2500	2415	53.22
L-3	23.95	13.21	7.95	2500	2425	47.42
L-4	24.11	13.21	7.86	2500	2403	60.92
L-5	24.00	13.36	7.92	2500	2420	49.9
L-6	24.04	13.27	7.86	2500	2390	68.98
					PROMEDIO	56.69

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 33, se observa que la succión promedio obtenida con dosificación de 2.5% CPC y 9.5% PI es 56.69 g/min/200cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 34: Resultados obtenidos de succión con 3.5% CPC y 12.5% PI.*

N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	VOLUMEN (ml)		SUCCION (g/200cm <sup>2</sup> /min)
				V (inicial)	V (final)	
L-1	23.95	13.41	7.79	2500	2390	68.52
L-2	23.82	13.21	7.72	2500	2385	73.12
L-3	24.21	13.25	7.84	2500	2405	59.24
L-4	23.61	13.17	7.94	2500	2401	62.86
L-5	23.91	13.16	7.89	2500	2380	76.3
L-6	24.17	13.17	7.81	2500	2387	71.04
					PROMEDIO	68.51

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 34, se observa que la succión promedio obtenida con dosificación de 3.5% CPC y 12.5% PI es 68.51 g/min/200cm<sup>2</sup>.

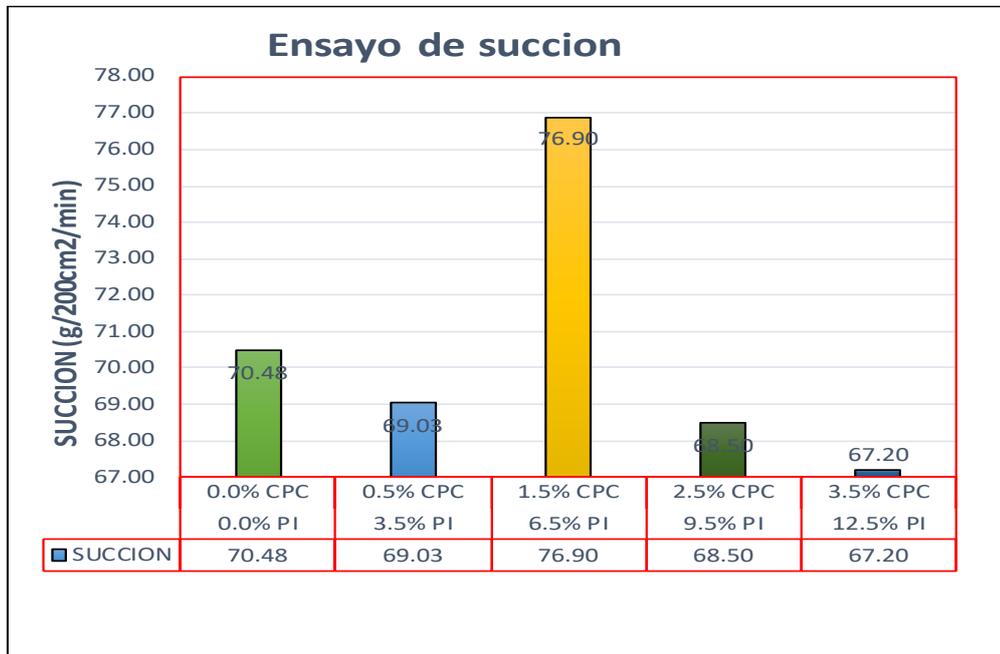
*Tabla N° 35: Resultados del ensayo de succión promedio*

MUESTRA		SUCCION (%)
0.0% PI	0.0% CPC	70.48%
3.5% PI	0.5% CPC	69.03%
6.5% PI	1.5% CPC	76.90%
9.5% PI	2.5% CPC	56.69%
12.5% PI	3.5% CPC	68.51%

*Fuente: elaboración propia*

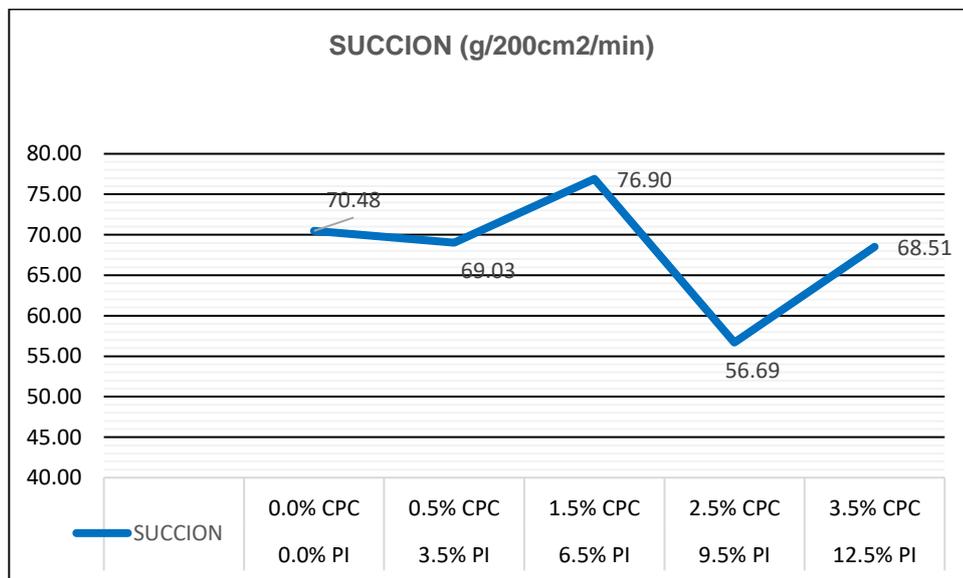
**Interpretación:** En la Tabla 35, se observa que los resultados obtenidos con las dosificaciones de CPC y PI teniendo una succión promedio de 70.48, 69.03, 76.90, 56.69 y 68.51 g/min/200cm<sup>2</sup>. Siendo estos valores por debajo de la muestra patrón.

**Figura N° 27:** Resultados del ensayo de succión con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.



*Fuente: elaboración propia*

**Figura N° 28:** Resultados del ensayo de succión con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.



*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la figura 27 y 28, se aprecia que la prueba de succión del ladrillo de arcilla con adición de 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5% CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC, presentan una succión promedio de (70.48, 69.03, 76.90, 56.69, 68.51) g/200cm<sup>2</sup>/min, sobrepasando los 20 g/200cm<sup>2</sup>/min recomendado por la NTE E. 070. Para poder usarla en el asentado primero deben ser regadas.

**Objetivo específico 2:** Determinar cómo influye la paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos mecánicos en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022.

### **Resistencia a la compresión simple**

Se realizaron para el ensayo la utilización de cinco unidades de ladrillo artesanal con dosificaciones de 0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5% de ceniza de paja de cebada y con 3.5%, 6.5%, 9.5% y 12.5% de paja de ichu los cuales fueron indicados en los procedimientos de la NTP 399.613. Las unidades o especímenes de ladrillo artesanal se escogieron aleatoriamente con el fin de obtener un espécimen representativo de unidad de ladrillo artesanal. La resistencia característica a compresión simple ( $f_b$ ) fue calculada restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra ensayada, considerando la resistencia mínima (50 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 Albañilería (2006).

Figura N° 29: Ensayo de resistencia a la compresión simple.



Fuente: elaboración propia

Tabla N° 36: Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con muestra patrón

PILA N°	DIMENSIONES (cm)			AREA TOTAL (cm <sup>2</sup> )	AREA DE HUECOS (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )
	L	A	H					
M-1	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	14,380.09	46.1
M-2	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	16,443.07	52.7
M-3	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	17,114.78	54.9
M-4	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	15,375.31	49.3
M-5	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	15,402.21	49.4
RESISTENCIA PROMEDIO								50.5

Fuente . Elaboracion propia

**Interpretación:** En la Tabla 36, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 0.0%PI+0.0%CPC tiene una resistencia a compresión promedio de 50.5 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) clasificándose como ladrillo de Tipo I para fines estructurales.

**Tabla N° 37:** Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 3.5% PI + 0.5% CPC

PILA N°	DIMENSIONES (cm)			ÁREA TOTAL (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE HUECOS (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN
	L	A	H					
M-1	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	5,998.12	19.2
M-2	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	16,545.76	53.0
M-3	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	18,272.80	58.6
M-4	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	21,999.25	70.5
M-5	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	19,122.32	61.3
RESISTENCIA PROMEDIO								52.5

*Fuente . Elaboracion propia*

**Interpretación:** En la Tabla 37, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 3.50%PI+0.50%CPC tiene una resistencia a compresión promedio de 52.5 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) clasificándose como ladrillo de Tipo I para fines estructurales.

**Tabla N° 38:** Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 6.50% PI + 1.50% CPC

PILA N°	DIMENSIONES (cm)			ÁREA TOTAL (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE HUECOS (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN
	L	A	H					
M-1	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	14,009.36	44.9
M-2	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	15,455.68	49.5
M-3	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	20,697.59	66.3
M-4	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	22,867.23	73.3
M-5	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	13,535.39	43.4
RESISTENCIA PROMEDIO								55.5

*Fuente . Elaboracion propia*

**Interpretación:** En la Tabla 38, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 6.50%PI+1.50%CPC tiene una resistencia a compresión promedio de 55.5 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) clasificándose como ladrillo de Tipo I para fines estructurales.

**Tabla N° 39:** Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 9.50% PI + 2.50% CPC

PILA N°	DIMENSIONES (cm)			ÁREA TOTAL (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE HUECOS (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN
	L	A	H					
M-1	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	13,234.01	42.4
M-2	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	13,678.88	43.8
M-3	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	15,123.11	48.5
M-4	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	17,865.67	57.3
M-5	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	15,901.28	51.0
RESISTENCIA PROMEDIO								48.6

*Fuente . Elaboracion propia*

**Interpretación:** En la Tabla 39, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 9.50%PI+2.50%CPC tiene una resistencia a compresión promedio de 55.5 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) no cumple a la resistencia requerida.

**Tabla N° 40:** Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 12.50% PI + 3.50% CPC

PILA N°	DIMENSIONES (cm)			ÁREA TOTAL (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE HUECOS (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN
	L	A	H					
M-1	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	12,236.89	39.2
M-2	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	14,189.56	45.5
M-3	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	16,942.72	54.3
M-4	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	13,200.91	42.3
M-5	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	12,456.24	39.9
RESISTENCIA PROMEDIO								44.2

*Fuente . Elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 40, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 12.50%PI+3.50%CPC tiene una resistencia a compresión promedio de 44.2 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) no cumple a la resistencia requerida.

**Tabla N° 41:** Resumen de resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión simple con CPC + PI.

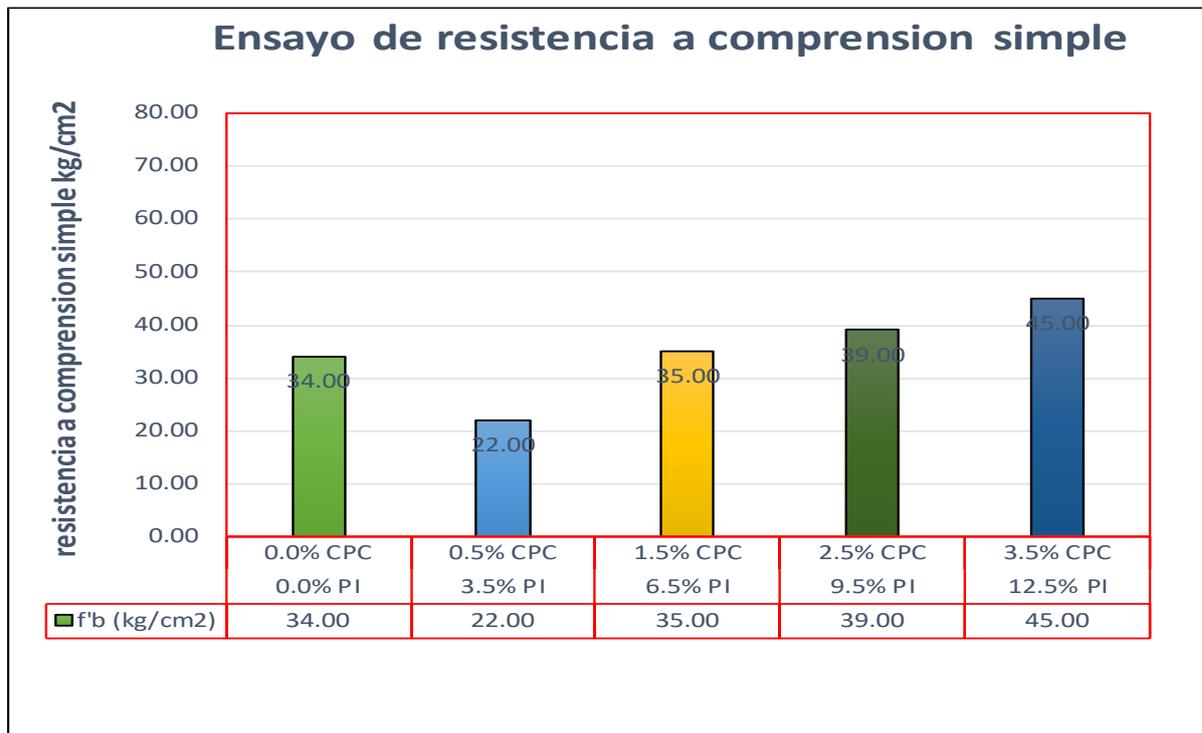
MUESTRA		f' b (kg/cm <sup>2</sup> )
0.0% PI	0.0% CPC	50.46
3.5% PI	0.5% CPC	52.50

6.5% PI	1.5% CPC	55.50
9.5% PI	2.5% CPC	48.60
12.5% PI	3.5% CPC	44.20

*Fuente: elaboración propia*

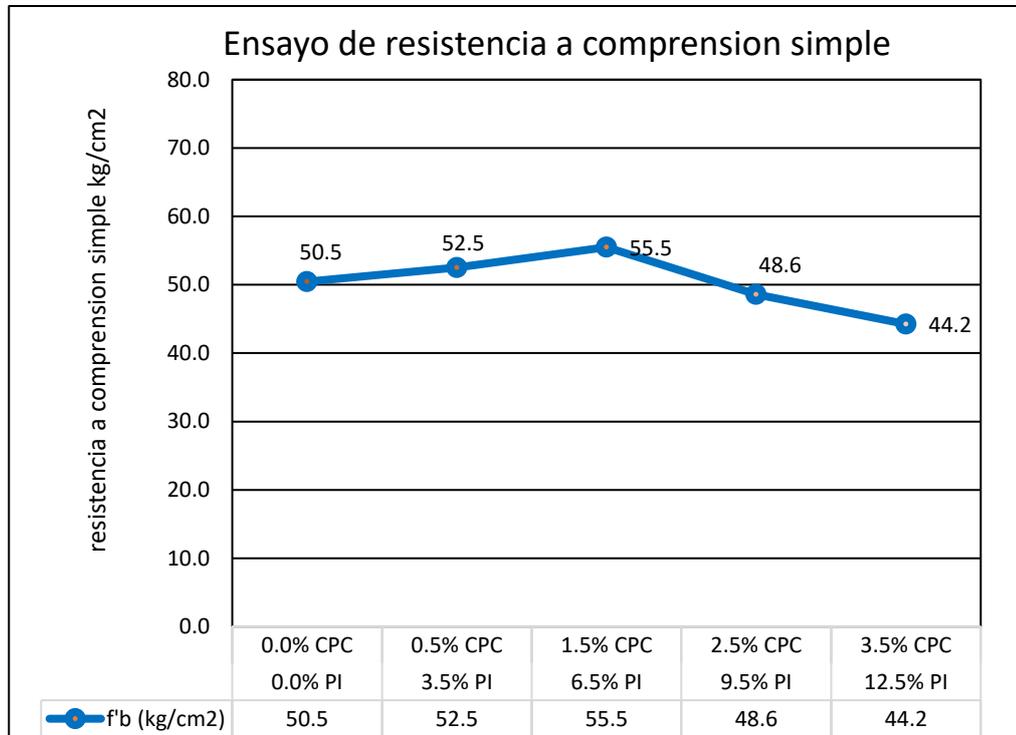
**Interpretación:** En la Tabla 41, se señala que la resistencia a compresión simple de las unidades de ladrillo artesanal con dosificación con 0%, 0.5% CPC + 3.5% PI, 1.5% CPC + 6.5% PI, 2.5% CPC + 9.5%PI y 3.5%CPC + 12.5%PI es 50.46 Kg/cm<sup>2</sup>, 52.50 Kg/cm<sup>2</sup> 55.50 Kg/cm<sup>2</sup>, 48.60 Kg/cm<sup>2</sup>, 44.20 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Por lo que se concluye que con la adición de 1.5%CPC + 6.5%PI aumenta su resistencia a la compresión simple mínimamente respecto al patrón.

*Figura N° 30: Resultados del ensayo de resistencia a compresión simple con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.*



*Fuente: elaboración propia*

**Figura N° 31:** Resultados del ensayo de resistencia a compresión simple con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.



*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la figura 30 y 31, se aprecia los resultados del ensayo de resistencia a compresión simple de los ladrillos de arcilla en la muestra patrón y con adición de 0.5%CPC + 3.5%PI, 1.5% CPC + 6.5% PI aumentan su resistencia a compresión mínimamente con 50.50 kg/cm<sup>2</sup>, 52.50 kg/cm<sup>2</sup>, 55.5 kg/cm<sup>2</sup> y con 2.5%CPC + 9.5%PI, 3.5%CPC + 12.5% PI baja su resistencia con respecto al patrón, así mismo se observa que con proporción de 1.5%CPC + 6.5%PI presento mejor resistencia.

### **Resistencia a la compresión axial de pilas (f'm=kg/cm<sup>2</sup>)**

Para el ensayo de resistencia a la compresión axial de las pilas se procedió a realizar tres pilas de albañilería por cada porcentaje de adición (0.0% PI+0.0%CPC, 3.5%PI+0.5%CPC, 6.5%PI+1.5%CPC, 9.5%PI+2.5%CPC, 12,0%PI+3.5%CPC), siendo curados de acuerdo a la norma NTE E.070 (2006) y según la norma la resistencia mínima 35 kg/cm<sup>2</sup>.

Figura N° 32: Ensayo de resistencia a la compresión axial de pilas



Fuente: elaboración propia

Tabla N° 42: Resultados del ensayo a compresión axial de pilas con muestra patrón

PILA N°	DIMENSIONES (cm)			ÁREA TOTAL (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE HUECOS (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )
	L	A	H					
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	17,639.66	56.5
P-2	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	14,012.26	44.9
P-3	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	15,845.00	50.8
RESISTENCIA PROMEDIO								50.7

Fuente . Elaboracion propia

**Interpretación:** En la Tabla 42, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 0% patrón tiene una resistencia a compresión axial de pilas de la albañilería promedio de 50.70 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) establecido es superior a 35 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 43: Resultados del ensayo a compresión axial de pilas con 3.5% PI + 0.5% CPC*

PILA N°	DIMENSIONES (cm)			ÁREA TOTAL (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE HUECOS (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESION
	L	A	H					
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	15,994.89	51.3
P-2	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	13,745.26	44.1
P-3	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	14,080.26	45.1
RESISTENCIA PROMEDIO								46.8

*Fuente . Elaboracion propia*

**Interpretación:** En la Tabla 43, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 3.50%PI+0.5%CPC tiene una resistencia a compresión axial de pilas de la albañilería promedio de 46.8 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) establecido es superior a 35 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 44: Resultados del ensayo a compresión axial de pilas con 6.5% PI + 1.5% CPC*

PILA N°	DIMENSIONES (cm)			ÁREA TOTAL (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE HUECOS (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )
	L	A	H					
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	13,985.09	44.8
P-2	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	11,013.94	35.3
P-3	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	12,996.38	41.7
RESISTENCIA PROMEDIO								40.6

*Fuente . Elaboracion propia*

**Interpretación:** En la Tabla 44, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 6.50%PI+1.5%CPC tiene una resistencia a compresión axial de pilas de la albañilería promedio de 40.6 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) establecido es superior a 35 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 45: Resultados del ensayo a compresión axial de pilas con 9.5% PI + 2.5% CPC*

PILA N°	DIMENSIONES (cm)			ÁREA TOTAL (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE HUECOS (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )
	L	A	H					
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	11,941.11	38.3
P-2	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	12,027.93	38.6
P-3	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	11,278.91	36.2
RESISTENCIA PROMEDIO								37.7

*Fuente . Elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 45, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 9.50%PI+2.5%CPC tiene una resistencia a compresión axial de pilas de la albañilería promedio de 40.6 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) establecido es superior a 35 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 46: Resultados del ensayo a compresión axial de pilas con 12.5% PI + 3.5% CPC*

PILA N°	DIMENSIONES (cm)			ÁREA TOTAL (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE HUECOS (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )
	L	A	H					
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	10,624.12	34.1
P-2	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	12,090.03	38.8
P-3	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	11,821.52	37.9
RESISTENCIA PROMEDIO								36.9

*Fuente . Elaboracion propia*

**Interpretación:** En la Tabla 46, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 12.50%PI+3.5%CPC tiene una resistencia a compresión axial de pilas de la albañilería promedio de 36.9 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) establecido es superior a 35 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 47: Resumen de resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas del ladrillo de arcilla. (promedio)*

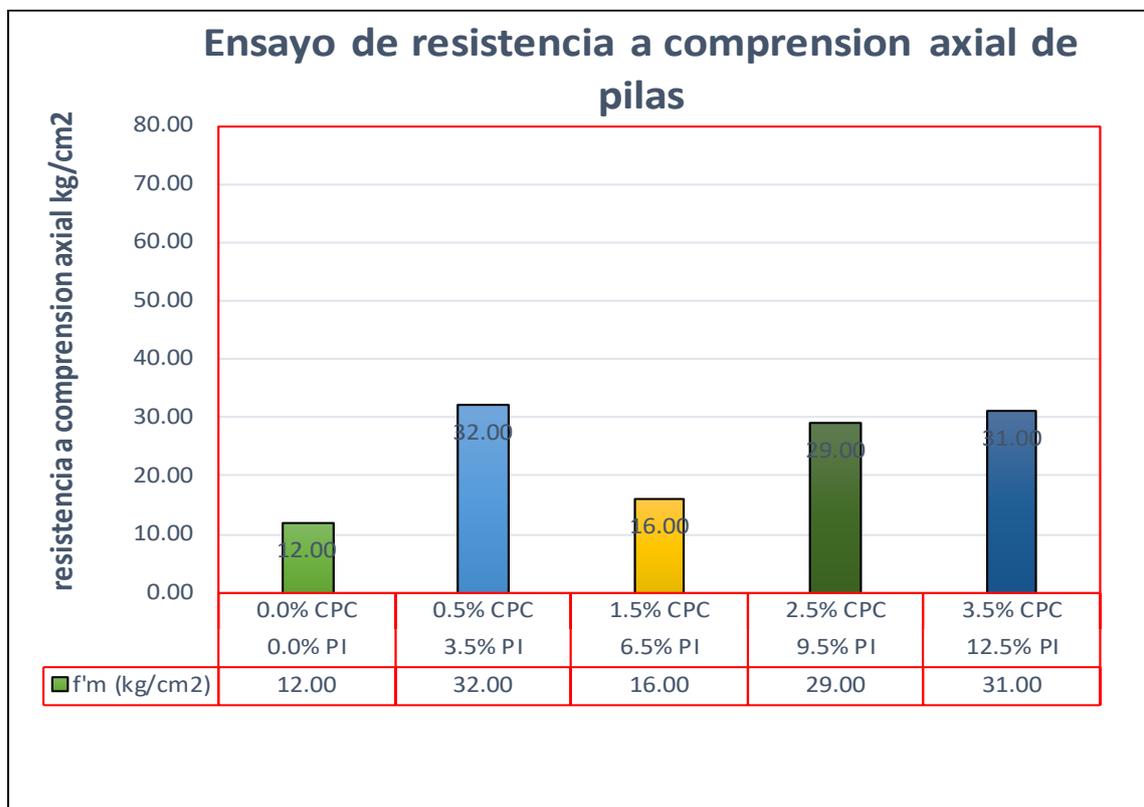
MUESTRA		f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
0.0% PI	0.0% CPC	50.70
3.5% PI	0.5% CPC	46.80

6.5% PI	1.5% CPC	40.60
9.5% PI	2.5% CPC	37.70
12.5% PI	3.5% CPC	36.90

*Fuente: elaboración propia*

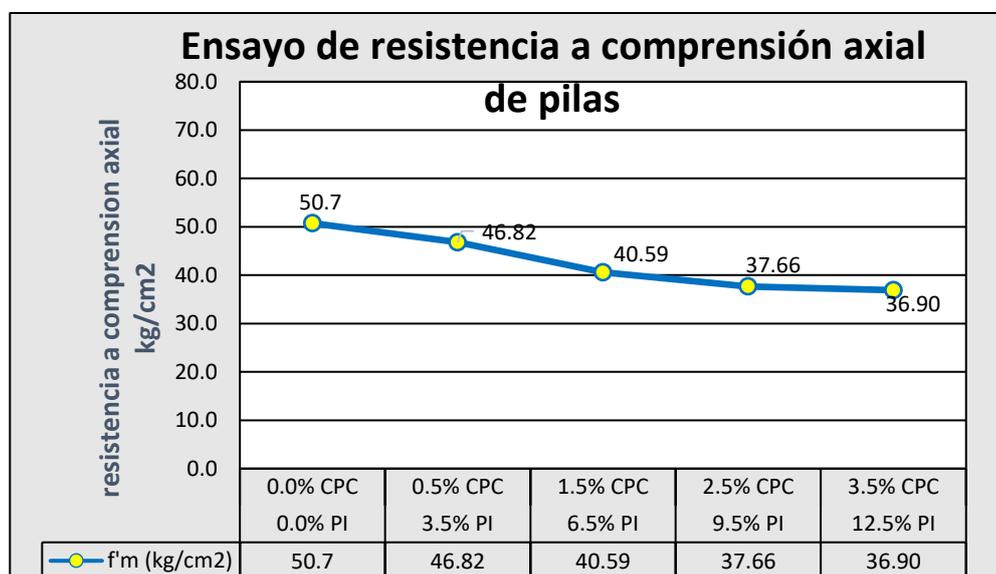
**Interpretación:** En la Tabla 47, se señala que la resistencia a compresión axial de las unidades con diferentes dosificaciones de CPC+PI, presentan mayores resistencia y cumplen con lo indicado en la NTE E.070 (2006). Por lo que se observa que la resistencia mejor fue con la muestra patrón.

*Figura N° 33: Resultados del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC.*



*Fuente: elaboración propia*

**Figura N° 34:** Resultados del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC.



*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la figura 33 y 34, se aprecia los resultados del ensayo de resistencia a compresión axial de las pilas de los ladrillos de arcilla patrón y con adición de PI y CPC, en donde el que más aumento su resistencia fue con 0.5% CPC y 3.5% PI con 46.80 kg/cm<sup>2</sup>, seguida de 1.5% CPC y 6.5% PI con 40.60 kg/cm<sup>2</sup>, 2.5% CPC y 9.5% PI con 37.70, 3.5% CPC y 12.5% PI con 36.90 kg/cm<sup>2</sup> y con 0% obteniendo 50.70 kg/cm<sup>2</sup>. Sus resistencias a la compresión incrementaron mínimamente, así mismo también los cuatro superan a lo que indica la NTP 399.613 y 399.604 del ladrillo Tipo I f'm = (35 kg/cm<sup>2</sup>).

Como también mencionar que la compresión axial de las pilas con todas las adiciones mencionadas cumple con la resistencia según la NTE E.070 (2006). Mínimo de 35 kg/cm<sup>2</sup>

### **Resistencia a la compresión diagonal (V'm=kg/cm<sup>2</sup>)**

Para el ensayo a la compresión diagonal se procedió a realizar tres pilas de albañilería por cada porcentaje de adición (0.0%PI+0.0%CPC,

3.5%PI+0.5%CPC, 6.5%PI+1.5%CPC, 9.5%PI+2.5%CPC, 12,0%PI+3.5%CPC), realizados los curados y ensayos de acuerdo a la norma NTE E.070 (2006).

*Figura N° 35: Ensayo de resistencia a la compresión diagonal.*



*Fuente: elaboración propia*

*Tabla N° 48: Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería con muestra patrón.*

MURETE N°	DIMENSIONES (cm)			DIAGONAL (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN V'M (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ALTURA	ESPEJOR					
M-1	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	6,600.12	6.5
M-2	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	6,027.98	5.9
M-3	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	6,000.78	5.9
RESISTENCIA PROMEDIO								6.1

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 48, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 0% patrón tiene una resistencia a compresión diagonal de muretes de la albañilería (V'm) promedio de 6.1 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) establecido es superior a 5.1 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 49: Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes con 3.5% PI + 0.5% CPC*

MURET E N°	DIMENSIONES (cm)			DIAGONAL (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESION V`M (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ALTURA	ESPEJOR					
M-1	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	6,400.46	6.3
M-2	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	6,200.02	6.1
M-3	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	6,967.78	6.8
RESISTENCIA PROMEDIO								6.4

*Fuente . Elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 49, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 3.50%PI+0.5%CPC tiene una resistencia a compresión diagonal de muretes de la albañilería (V`m) promedio de 6.4 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) establecido es superior a 5.1 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 50: Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes con 6.5% PI + 1.5% CPC*

MURET E N°	DIMENSIONES (cm)			DIAGONAL (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESION V`M (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ALTURA	ESPEJOR					
M-1	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	5,790.93	5.7
M-2	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	5,938.11	5.8
M-3	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	6,200.99	6.1
RESISTENCIA PROMEDIO								5.9

*Fuente . Elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 50, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 6.50%PI+1.5%CPC tiene una resistencia a compresión diagonal de muretes de la albañilería (V`m) promedio de 5.9 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) establecido es superior a 5.1 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 51: Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes con 9.5% PI + 2.5% CPC*

MURET E N°	DIMENSIONES (cm)			DIAGONAL (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESION V`M (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ALTURA	ESPEJOR					
M-1	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	5,533.79	5.4
M-2	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	4,928.12	4.8
M-3	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	5,687.00	5.6
RESISTENCIA PROMEDIO								5.3

*Fuente . Elaboracion propia*

**Interpretación:** En la Tabla 51, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 9.50%PI+2.5%CPC tiene una resistencia a compresión diagonal de muretes de la albañilería (V'm) promedio de 5.3 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) establecido es superior a 5.1 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabla N° 52: Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes con 12.5% PI + 3.5%*

*CPC*

MURET E N°	DIMENSIONES (cm)			DIAGONAL (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESION V`M (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ALTURA	ESPESOR					
M-1	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	3,693.79	3.6
M-2	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	3,912.08	3.8
M-3	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	4,102.99	4.0
RESISTENCIA PROMEDIO								3.8

*Fuente . Elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 52, nos muestra que los ladrillos de arcilla con adición de 12.50%PI+3.5%CPC tiene una resistencia a compresión diagonal de muretes de la albañilería (V'm) promedio de 3.8 kg/cm<sup>2</sup>. Y de acuerdo a la NTE E.070 (2006) establecido es inferior a 5.1 kg/cm<sup>2</sup>. Lo cual no cumple con la norma.

*Tabla N° 53: Resultados del ensayo de resistencia a compresión diagonal*

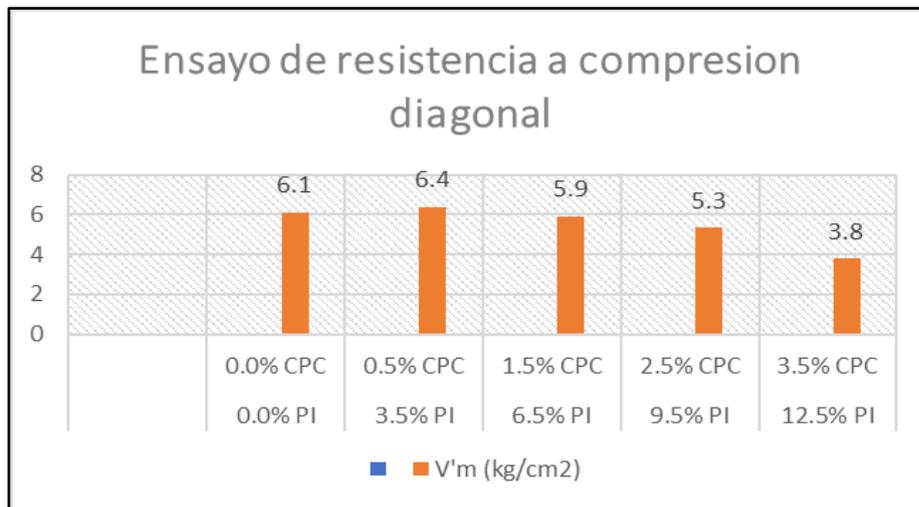
ESPÉCIMEN		V`m (kg/cm <sup>2</sup> )
0.0% PI	0.0% CPC	6.1
3.5% PI	0.5% CPC	6.4
6.5% PI	1.5% CPC	5.9
9.5% PI	2.5% CPC	5.3
12.5% PI	3.5% CPC	3.8

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** En la Tabla 53, se señala que la resistencia a compresión diagonal de muretes con diferentes dosificaciones de CPC+PI, presentan mayores resistencia con 0% patron, 0.5%CPC + 3.5%PI, 1.5%CPC + 6.5%PI, 2.5%CPC + 9.5%PI, presentan un aumento de resistencia mínimamente con 6.1 kg/cm<sup>2</sup>, 6.4 kg/cm<sup>2</sup>, 5.9 kg/cm<sup>2</sup>, 5.3 kg/cm<sup>2</sup> y cumplen con lo indicado en la NTE E.070 (2006) para ladrillos artesanal de 5.1 kg/cm<sup>2</sup>, Por lo que

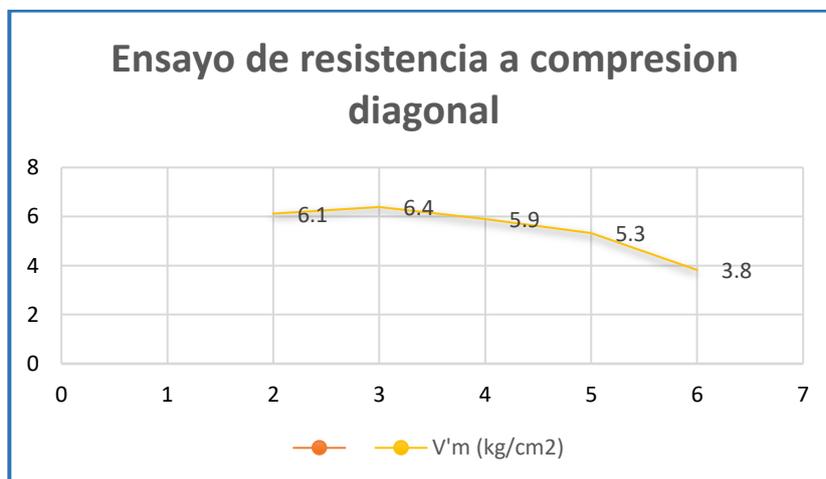
se observa que la resistencia mejor fue con la muestra 0.5%CPC + 3.5%PI. Asi mismo con 3.5% CPC +12.5% PI bajo la resistencia en 3.8 kg/cm2.

**Figura N° 36:** Resultados del ensayo de compresión diagonal con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC.



**Fuente:** elaboración propia

**Figura N° 37:** Resultados del ensayo de compresión diagonal con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC.



**Fuente:** elaboración propia

**Interpretación:** En la figura 36 y 37, se aprecia los resultados del ensayo de resistencia a compresión diagonal con adición de PI y CPC, en donde el que más aumento su resistencia fue con 0.5% CPC y 3.5% PI con 6.4 kg/cm2, seguida la muestra patrón de 6.1 kg/cm2, y va decreciendo la resistencia diagonal en los

porcentajes que incrementa la adición de 1.5% CPC y 6.5% PI con 5.9 kg/cm<sup>2</sup>, 2.5% CPC y 9.5% PI con 5.3 kg/cm<sup>2</sup> y 3.5% CPC y 12.5% PI con 3.8 kg/cm<sup>2</sup>.

De acuerdo a la norma NTE E.070 (2006) cumplen los superiores de 5.1 kg/cm<sup>2</sup> y siendo el porcentaje de adición del 3.5% CPC y 12.5% PI con 3.8 kg/cm<sup>2</sup> sale menor no cumple con la norma y analizando cuando se incremente la adición los resultados a compresión diagonal decrecen y posiblemente baje a partir de la adición menciona de del 3.5% CPC y 12.5% PI.

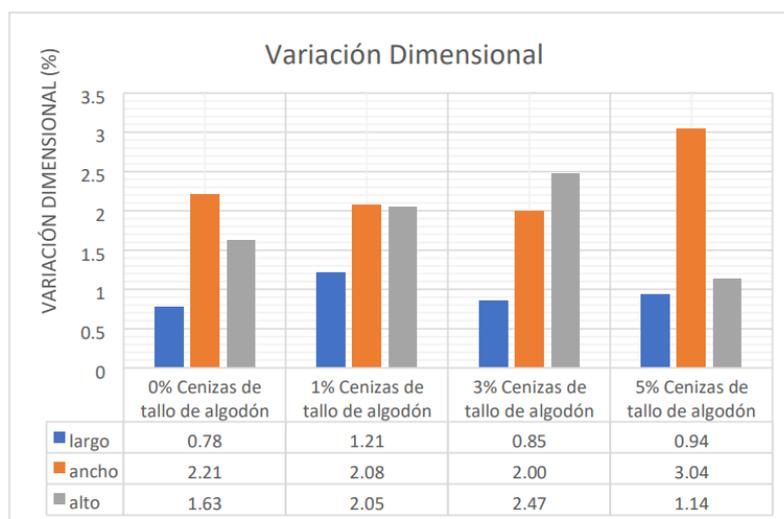
## V. DISCUSIÓN

**O.E 1:** Determinar la influencia de la paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos mecánicos en muros portantes de ladrillo Ancash – 2022.

### 1.1 Variación Dimensional

Para (Chuquimamani Condori, 2021) en su tesis que busca determinar la influencia de la ceniza de tallo de algodón en las propiedades mecánicas de un ladrillo artesanal donde tuvo como uno de su ensayo físico al ensayo de la variación dimensional de unidades con adición de 0%, 1%, 3% y % 5% de cenizas de tallo de algodón; se llegó a la conclusión que se tiene menos variación dimensional en la muestra patrón. Hay un aumento de variación dimensional con el aumento de ceniza de tallo de algodón como se observa en la figura 66 .

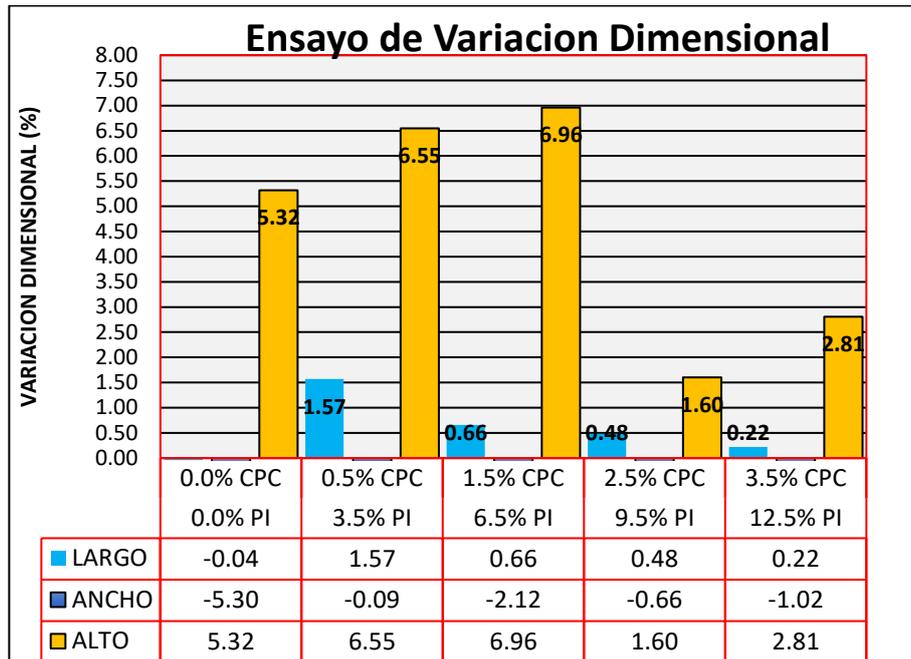
*Figura N° 38:* Resultados del ensayo de variación dimensional con 0%, 1%, 3% y 5% de CTA.



*Fuente:* (Chuquimamani, 2021)

En nuestra investigación la variación dimensional en ladrillos de arcilla la muestra patrón fue de -0.04, -5.30, 5.32 y al adicionar en diferentes dosificaciones de CPC + PI aumenta mayormente en lo que es el alto en los demás disminuye como en el ancho y largo cómo se observa en la siguiente figura 39.

**Figura N° 39:** Resultados del ensayo de variación dimensional con 0%, 0.5% CPC + 3.5% PI, 1.5%CPC+6.5%PI, 2.5%CPC+9.5%PI, 3.5%CPC+12.5%PI.



*Fuente: Elaboración propia*

Para (Chuquimamani Condori, 2021) en sus resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional con unidades con adición de 0%, 1%, 3% y % 5% de ceniza de tallo de algodón se concluye que se tiene menos variación dimensional en la muestra patrón y que hay un aumento de variación dimensional con el aumento de ceniza de tallo de algodón como se observa en la figura .

En nuestra investigación al adicionar CPC+PI en los ladrillos de arcilla en algunos casos incrementan su variación y en otras disminuyen. Los ensayos empleados son adecuados, debido a que permitió determinar los valores del avariacion dimensional.

## 1.2 Alabeo

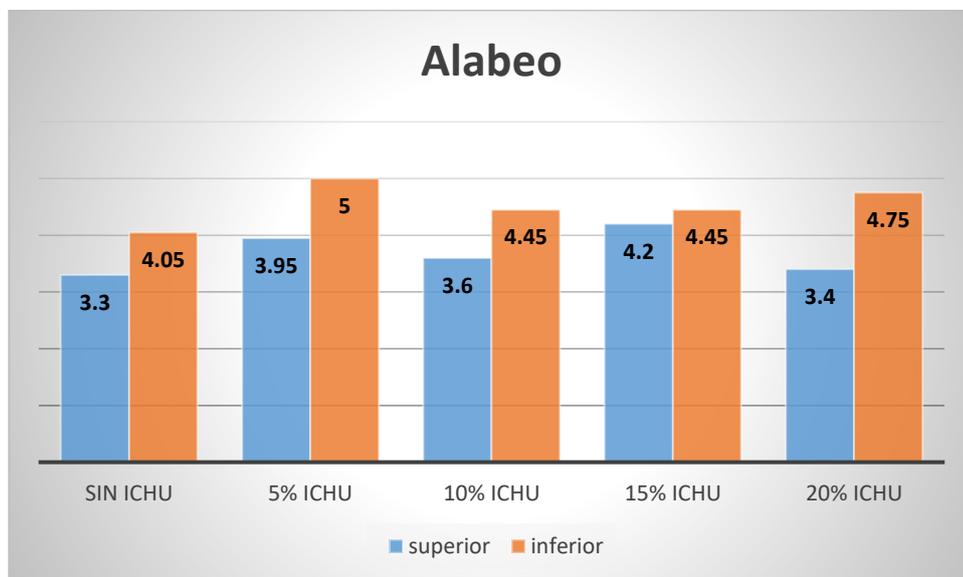
Para (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019), en su tesis titulada resistencia a comprensión del ladrillo de arcilla con adición de ichu tuvo como objetivo específico de Realizar ensayos Alabeo, en los ladrillos de arcilla en sus resultados de alabeo con la adición al 5%, 10%, 15%, 20% de Ichu los resultados fue: cóncavo sin ichu de 3.30mm y con adición de 3.95 mm, 3.60mm, 4.20 mm y 3.40 mm, convexo sin ichu de 4.05mm, con adición 5.00mm, 4.45mm,4.45mm y 4.75mm.

**Tabla N° 54:** Resultados del Ensayo de alabeo con 6%, 10%, 15% y 20% de Ichu

Muestra	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Sin Ichu	3.30	4.05
5% de Ichu	3.95	5.00
10% de Ichu	3.60	4.45
15% de Ichu	4.20	4.45
20% de Ichu	3.40	4.75

*Fuente:* (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019)

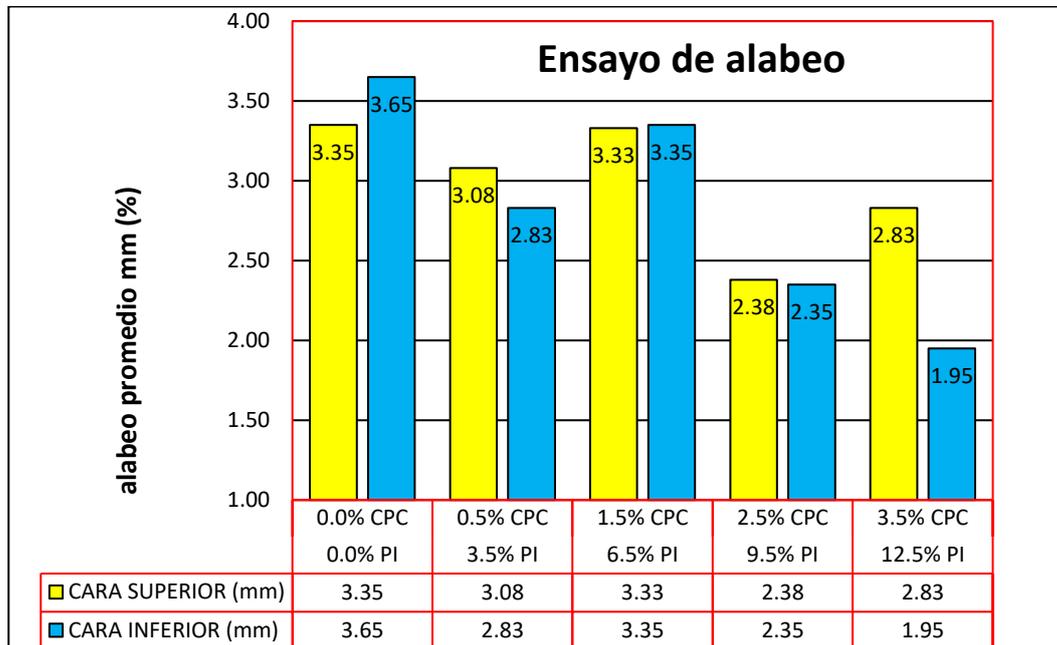
**Figura N° 40:** Resultados del ensayo de alabeo con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de ichu.



*Fuente:* (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019)

En nuestra investigación de alabeo al adicionar 0.0% PI y 0.0% CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5% CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC, los resultaron con respecto a la muestra patron se mantuvieron para todo las muestras donde paseen alabeo entre 2 mm hasta 4 mm.

**Figura N° 41:** Resultados del ensayo de alabeo con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.



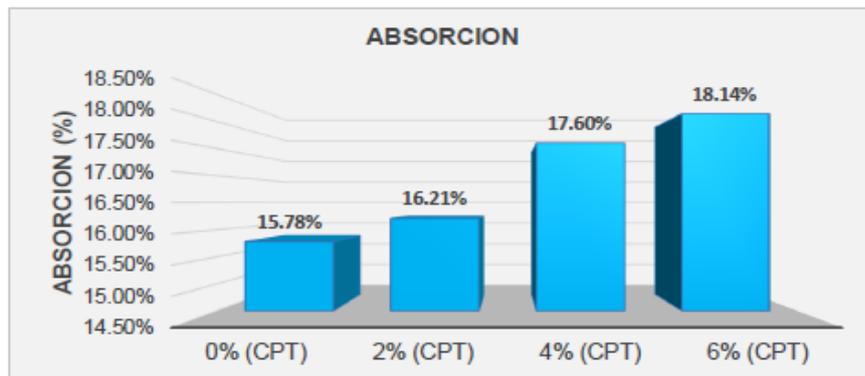
*Fuente: elaboración propia*

Los resultados de (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019) cumple con el alabeo según la NTE E.070 (2006); en nuestro caso, se manifiestan similar al encontrarse en el rango entre 2 mm a 4 mm de alabeo la cual es bastante favorable.

### 1.3 Absorción

Para (Álvarez Romero, Sifuentes Jasmina 2021), en su proyecto de investigación que tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la ceniza de paja de trigo en las propiedades físicas - mecánicas del ladrillo de arcilla, en sus resultados de absorción con la adición de (CPT) en 2%, 4% y 6%, fueron el patrón de 15.78% y con adición de 16.21%, 17.60%, 18.41%, se observa que aumento el porcentaje de absorción a medida que va incorporando la CPT respecto al patrón, y cumplieron con la norma encontrándose por debajo de 22% según nos indica la (NTP 399.613 y NTP 399.604).

Figura N° 42: Resultados del Ensayo de absorción con 2%, 4% y 6% de (CPT)



Fuente: (Álvarez Romero, Sifuentes Jasmina 2021)

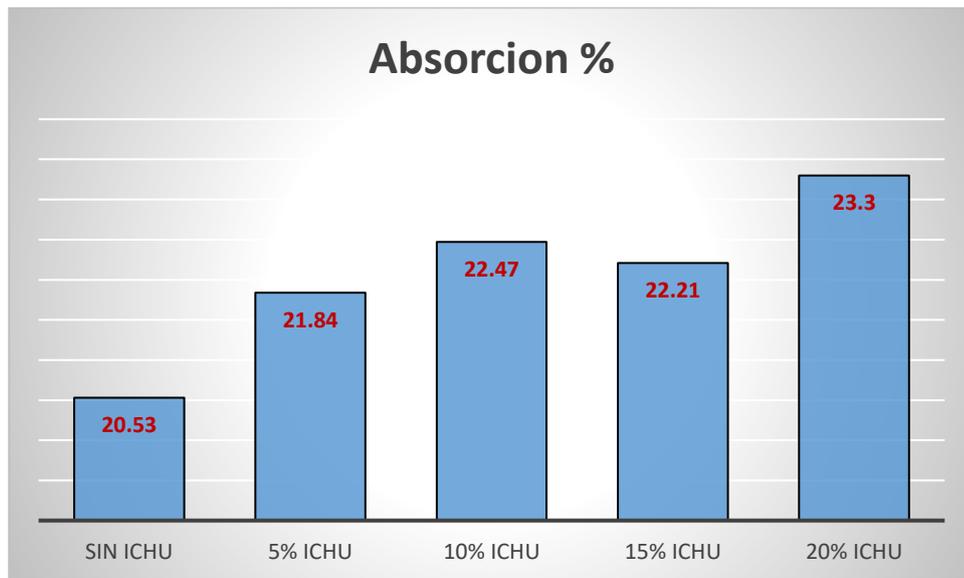
Para (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019), en su tesis titulada resistencia a comprensión del ladrillo de arcilla con adición de ichu tuvo como objetivo específico de Realizar ensayos Absorción de los ladrillos de arcilla, en sus resultados de absorción con la adición al 5%, 10%, 15%, 20% de Ichu los resultados fue: respecto al patrón de 20.53%, y con adición de ichu 21.84%, 22.47%, 22.21% y 23.30%. Presentó menor absorción promedio la muestra patrón; con 20.53% de agua y la mayor absorción promedio de 23.30% de agua, la muestra con adición del 20% de Ichu.

Tabla N° 55: Resultados del Ensayo de absorción con 6%, 10%, 15% y 20% de Ichu

Muestra	Ws	Wh	Absorción promedio (%)
Sin Ichu	2429.60	2927.80	20.53
5% de Ichu	2439.00	2972.60	21.84
10% de Ichu	2457.20	3010.00	22.47
15% de Ichu	2333.40	2851.40	22.21
20% de Ichu	2179.60	2687.40	23.30

Fuente: (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019)

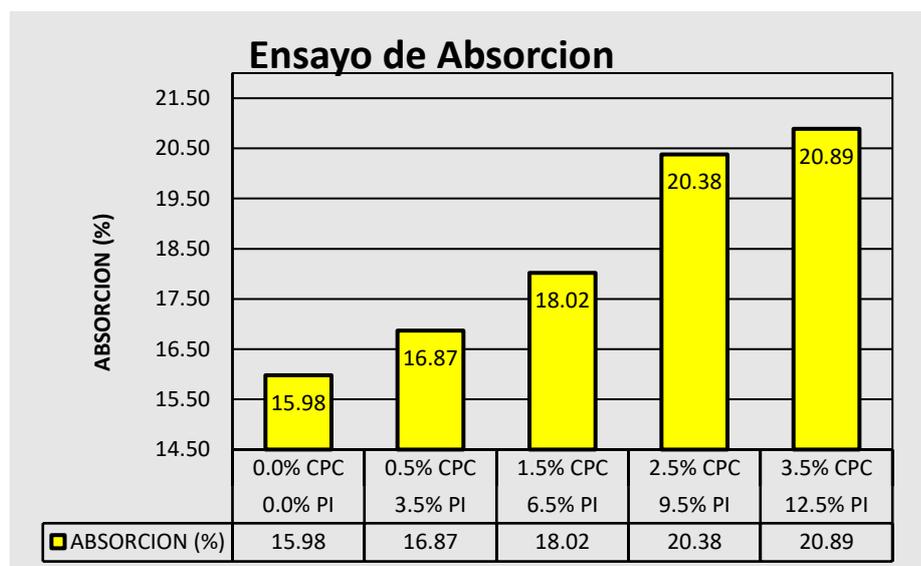
Figura N° 43: Resultados del Ensayo de absorción con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de ichu



Fuente: (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019)

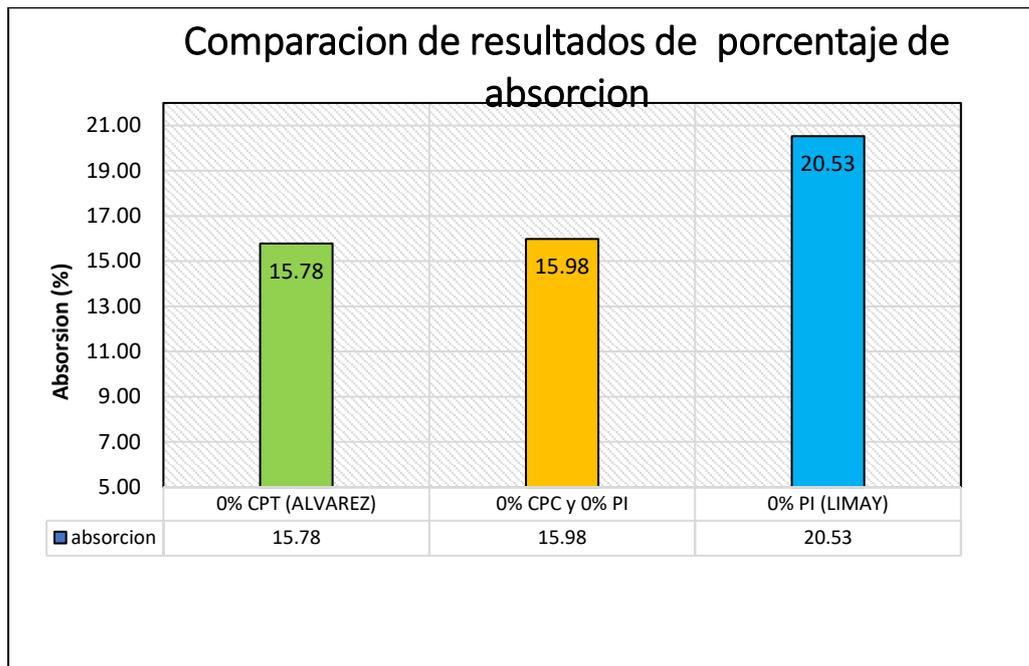
En nuestra investigación de absorción en ladrillos la muestra patrón es de 15.98% y al adicionar 0.0% PI y 0.0% CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5% CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC, los resultados fueron de 15.98%, 16.87%, 18.02%, 20.38% y 20.89%, igualmente incrementando la absorción al adicionar más porcentaje respecto a la muestra patrón.

Figura N° 44: Resultados del ensayo de absorción con adición de 0.0% PI y 0.0% CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5% CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.



Fuente: elaboración propia

Figura N° 45: Comparación de resultados con los antecedentes del ensayo de absorción.



Fuente: elaboración propia

Según los antecedentes de (Álvarez Romero, Sifuentes Jasmina 2021), con la adición de ceniza de paja de trigo la absorción cumple con la NTE E.070 (2006) y teniendo en cuenta que se incrementa la absorción de acuerdo la adición de porcentajes.

Según los antecedentes de (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019), con la adición de 10% de Icho en mayores del porcentaje pasa los 22% y no cumpliendo con las NTE E0.70.

Y según la investigación realizada los porcentajes de adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC cumplen con la NTE E0.70. al no sobrepasar los 22% de absorción y teniendo en cuenta que al incrementar mas porcentajes de adición tambien incrementa el porcentaje de absorción.

#### 1.4 SUCCIÓN

Para (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019), en su tesis titulada resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de ichu tuvo como objetivo específico de Realizar ensayos de Variación Dimensional, Alabeo, Absorción, Succión y Resistencia a la Compresión de la unidad de los ladrillos de arcilla, en sus

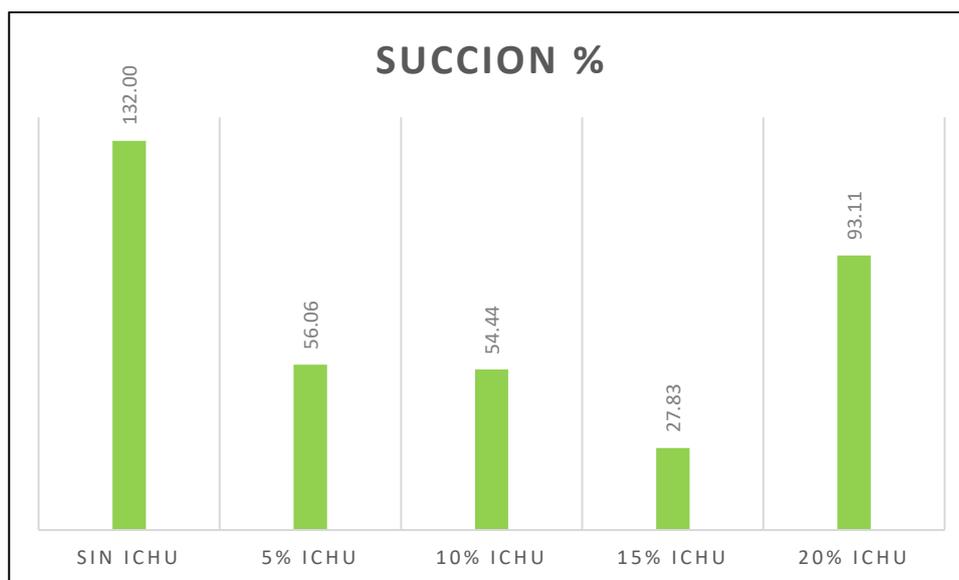
resultados de succión con la adición al 5%, 10%, 15%, 20% de Ichu los resultados fue: respecto al patrón de ichu 132.00 gr/ cm<sup>2</sup>-min y con adición de ichu 56.06 gr/ cm<sup>2</sup>-min, 54.44 gr/ cm<sup>2</sup>-min, 27.83 gr/ cm<sup>2</sup>-min y 93.11 gr/ cm<sup>2</sup>-min.

*Tabla N° 56: Resultados del Ensayo de succión con 6%, 10%, 15% y 20% de Ichu*

Muestra	L prom	A prom	Area cm <sup>2</sup>	W seco	W húmedo	Succión (gr/ cm <sup>2</sup> -min)
5% de Ichu	21.30	11.42	243.22	2391.2	2459.4	56.06
10% de Ichu	21.20	11.48	243.42	2411.8	2478	54.44
15% de Ichu	20.84	11.34	236.33	2230.2	2262.8	27.83
20% de Ichu	20.52	11.30	231.88	2178	2285.8	93.11

*Fuente: (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019)*

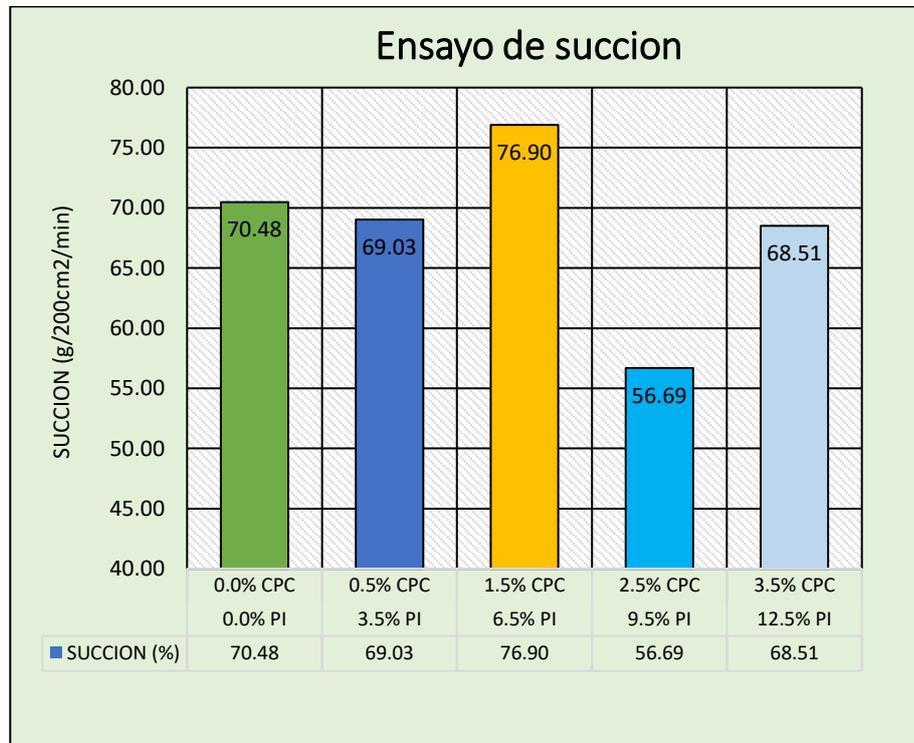
*Figura N° 46: Resultados del ensayo de succión con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de ichu*



*Fuente: (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019)*

En nuestra investigación los resultados de succión en ladrillos al adicionar 0.0% PI y 0.0% CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5% CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC, los resultados fueron de 70.48 gr/ cm<sup>2</sup>-min, 69.03 gr/ cm<sup>2</sup>-min, 76.90 gr/ cm<sup>2</sup>-min, 56.69 gr/ cm<sup>2</sup>-min y 68.51 gr/ cm<sup>2</sup>-min.

**Figura N° 47:** Resultados del ensayo de succión con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC.



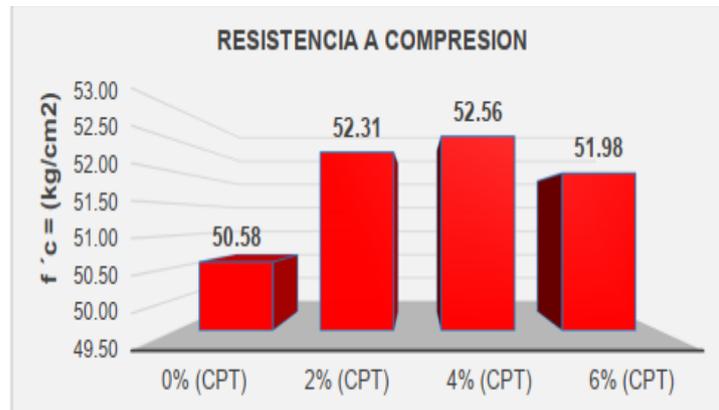
*Fuente: elaboración propia*

**O.E 2:** Determinar la influencia de la paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos mecánicos en muros portantes de ladrillo Ancash – 2022.

### 2.1 Resistencia a la Compresión

(Alvarez Romero, Fran Yovany, 2021), “en su proyecto de investigación que tuvo como objetivo evaluar cómo influye la incorporación de la ceniza de paja de trigo en las propiedades físicas y mecánicas en ladrillos de arcilla artesanal”. En sus resultados obtenidos para la determinar la resistencia a la compresión simple se determinó que la dosificación de 2%, 4% y 6% CPT obtiene mejor resistencia, las cuales cumplen con la resistencia mínima de 50 kg/cm<sup>2</sup> especificada por la NTE E. 070 (2006).

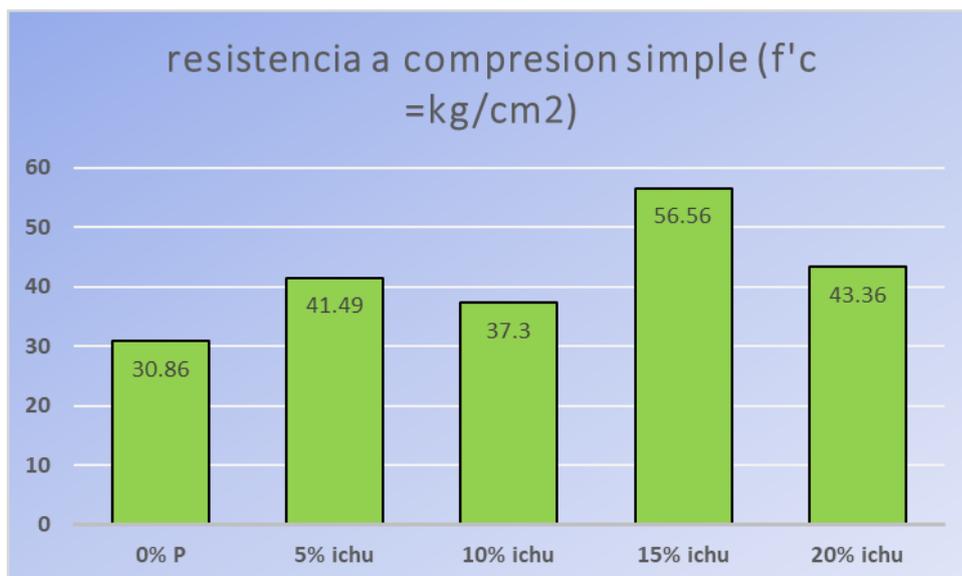
**Figura N° 48:** Resultados del ensayo de resistencia a compresión simple con 0%, 2%, 4% y 6% CPT.



*Fuente:* (Álvarez, 2021)

Para (Limay Campo, Elmer Orlando, 2019), en su tesis titulada “resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de ichu” En sus resultados obtenidos para la determinar la resistencia a la compresión simple se determinó que la dosificación de 5%, 10%, 15% y 20% ichu obtiene mejor resistencia, las cuales cumplen con la resistencia mínima de 50 kg/cm<sup>2</sup> especificada por la NTE E. 070 (2006).

**Figura N° 49:** Resultados del ensayo de resistencia a compresión simple con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% ichu.

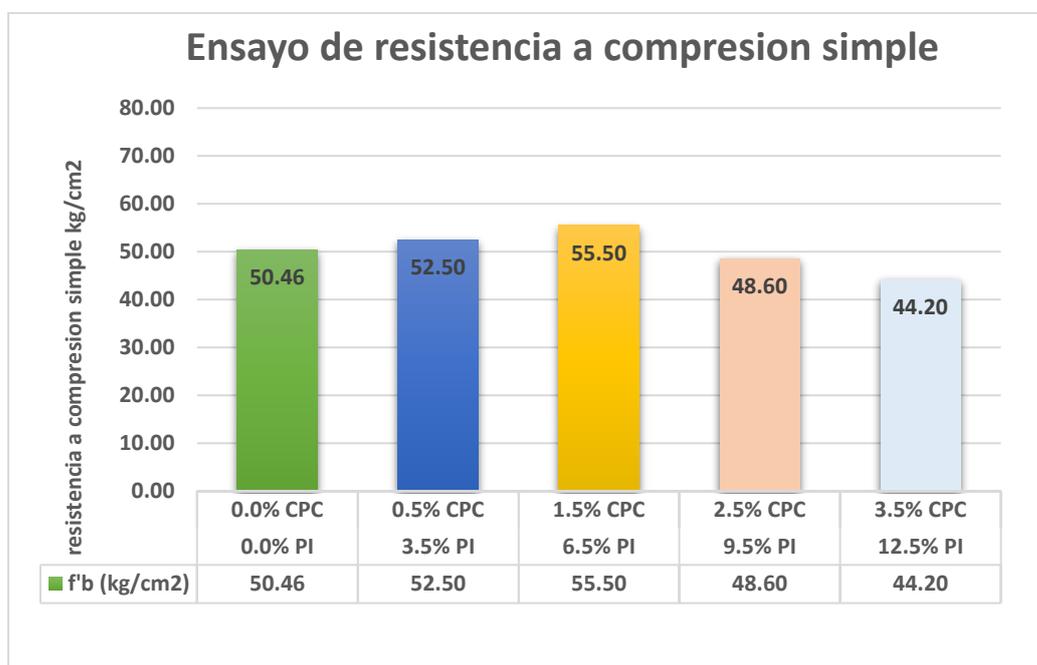


*Fuente:* (Limay Campo, Vásquez Caruajulca, 2019)

En nuestra investigación los resultados obtenidos en la resistencia a la compresión simple de ladrillos artesanales la muestra patrón es de 50.46 kg/cm<sup>2</sup> y al adicionar 0.5%CPC+3.5%PI, 1.5%CPC+6.5%PI, fue de 52.50 kg/cm<sup>2</sup>, 55.50 kg/cm<sup>2</sup>, superan mínimamente los 50 kg/cm<sup>2</sup> recomendado por la NTE E.070 (2006), mientras con 2.5%CPC+9.5%PI, 3.5%CPC+12.5%PI fue de 48.60 kg/cm<sup>2</sup>, 44.20 kg/cm<sup>2</sup>, disminuyen su resistencia y no superan lo recomendable por la norma.

*Figura N° 50: Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión simple con CPC y*

*PI*



*Fuente: elaboración propia*

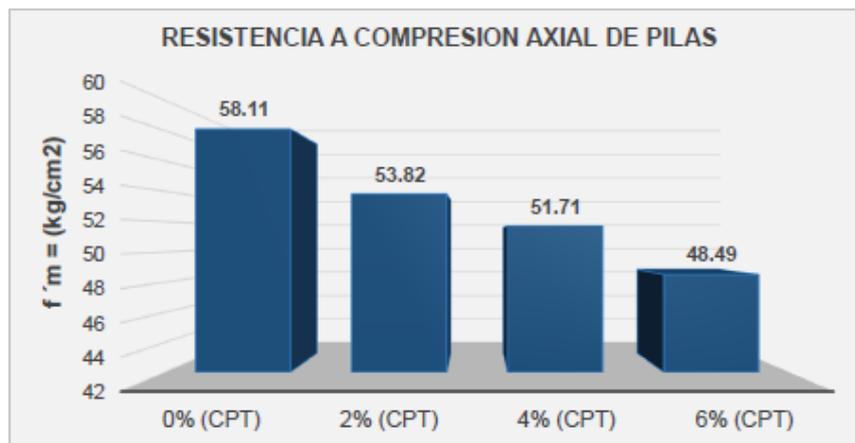
Los resultados de (Alvarez Romero, Fran Yovany, 2021), cumplen con la resistencia a compresión simple en todas las dosificaciones con proporción ceniza de paja de trigo; en nuestro caso solo cumple al adicionar 0.5%CPC+3.5%PI, 1.5%CPC+6.5% para muros de ladrillo artesanal.

Los resultados de (Limay Campo, Elmer Orlando, 2019), cumple solo al adicionar el 15% de ichu, llegando a una resistencia de 56.56 kg/cm<sup>2</sup> según la NTE E.070 (2006). Los ensayos empleados de resistencia a compresión simple son adecuados solo al adicionar el 0.5%CPC+3.5%PI, 1.5%CPC+6.5% por que aumentan su resistencia mínimamente.

## 2.2 Resistencia a la Compresión axial (Pilas)

Para (Álvarez Romero, Sifuentes Jasmina 2021), en su tesis de investigación titulada “Influencia de la ceniza de paja de trigo en las propiedades del ladrillo de arcilla”, obtuvo como resultado la resistencia a compresión axial de las pilas en adiciones de (CPT) en 2%, 4% y 6%, que fue el patrón de 58.11 kg/cm<sup>2</sup>, con las adiciones 53.82 kg/cm<sup>2</sup>, 51.71 kg/cm<sup>2</sup> y 48.49 kg/cm<sup>2</sup>, a medida que va adicionando la CPT sus resistencias disminuyen y superaron la resistencia mínima según la NTP 399.613 y NTP 399.604) del ladrillo tipo I  $f'm = (35 \text{ kg/cm}^2)$ .

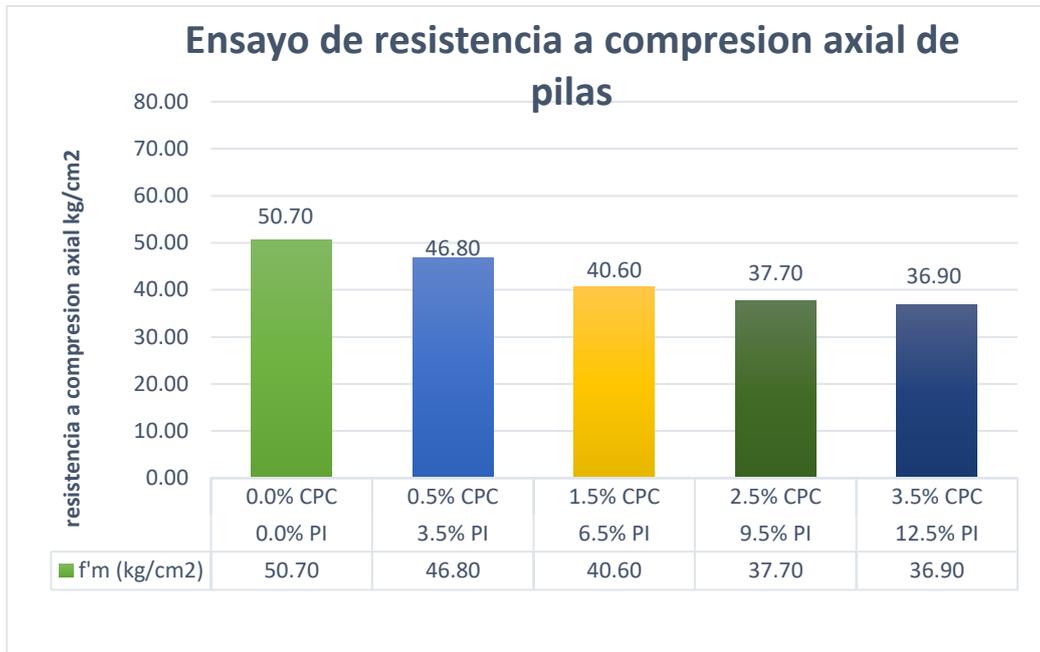
*Figura N° 51: Resultados del Ensayo de resistencia a la compresión axial con 2%, 4% y 6% de (CPT)*



*Fuente: (Álvarez, Sifuentes, 2021)*

En nuestra investigación de resistencia a la compresión axial de pilas en ladrillos artesanales la muestra patrón tiene 50.70 kg/cm<sup>2</sup> y al adicionar diferentes dosificaciones CPC+ PI fue:(46.80, 40.60, 37.70, 36.90) kg/cm<sup>2</sup>, la cual incremento la resistencia axial, donde se obtuvo mejor resistencia fue al proporcionar 0.5%CPC+3.5%PI, superando lo mencionado por la norma.

*Figura N° 52: Resultados del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC.*



*Fuente: elaboración propia*

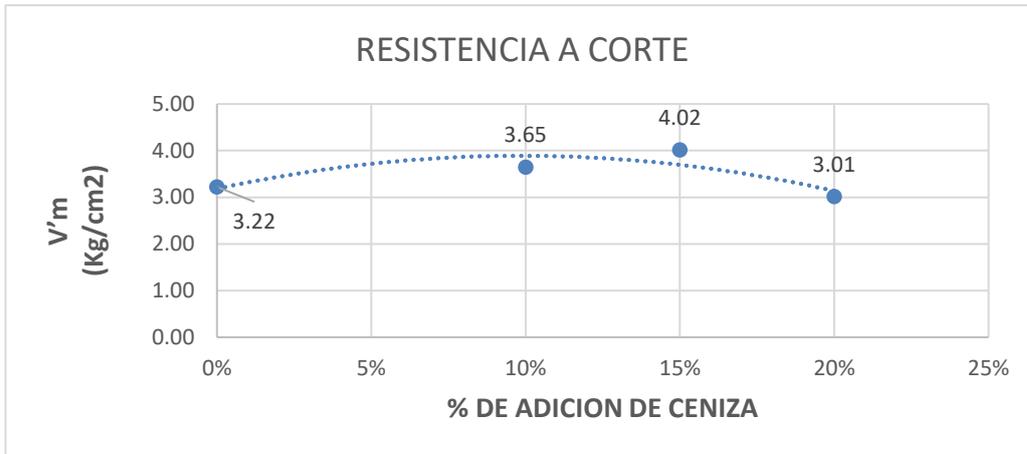
Según los resultados de (Álvarez Romero, Sifuentes Jasmina 2021), con la adición de ceniza de paja de trigo la resistencia a compresión axial de pilas en porcentajes de (CPT) en 2%, 4% y 6%, cumplen con la norma NTE E0.70 de 35 kg/cm<sup>2</sup> es el mínimo.

Y según los resultados obtenidos con la adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%CPC, 12.5% PI y 3.5% CPC, cumplen con la norma NTE E0.70 por ser mayores a 35 kg/cm<sup>2</sup> es el mínimo según la norma y recalcar que los resultados decrecen a respecto el patrón.

### **2.3. resistencia a compresión diagonal**

Para (Terrones Cotrina Jhenner, 2020) en su tesis de investigación titulada “Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón Cañete; Lima 2020” en sus ensayos de compresión diagonal de muretes se observa una resistencia mayor a corte con una adición de 10% y 15% ,caso contrario sucede al aumentar la dosificación debido que la resistencia comienza a disminuir , incluso hasta menor de la muestra patrón.

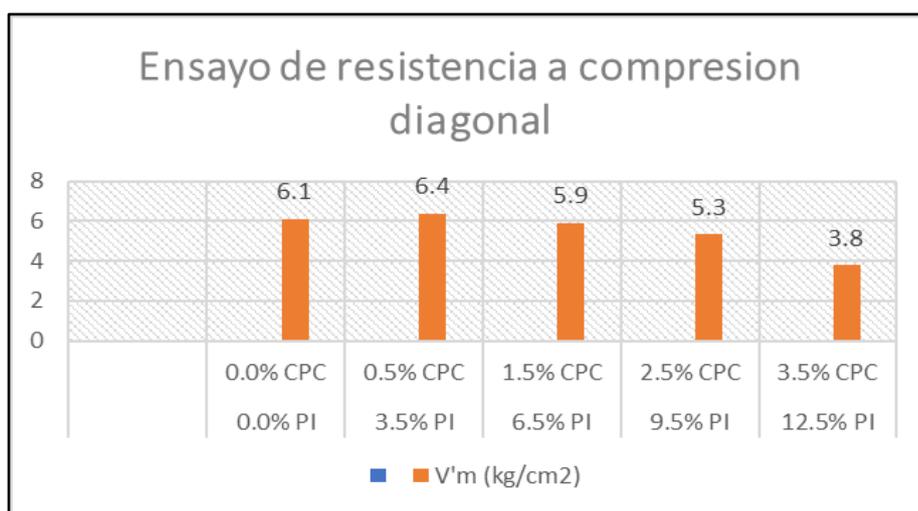
**Figura N° 53:** Resultados del ensayo de resistencia a compresión diagonal con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de CHPD.



*Fuente: (Terrones, 2021)*

En nuestros resultados de resistencia a compresión diagonal obtiene un mejor resultados al adicionar 0%, 0.5%CPC+3.5%PI, 1.5%CPC+6.5%PI, 2.5%CPC +9.5% fue: (6.1, 6.4, 5.9, 5.3) kg/cm2 se concluye que la resistencia aumenta, pero también empieza a decaer. Así mismo, cumple con lo establecido con la NTE E. 070 (2006) de 5.1 kg/cm2; con adición de 3.5%CPC+12.5%PI baja la resistencia y no son aptos para utilizar en la construcción.

**Figura N° 54:** Resultados del ensayo de compresión diagonal con adición de 0.0% PI y 0.0%CPC, 3.5% PI y 0.5% CPC, 6.5% PI y 1.5% CPC, 9.5% PI y 2.5%, 12.5% PI y 3.5% CPC.



*Fuente: elaboración propia*

Los resultados de (Terrones Cotrina Jhenner, 2020) cumplen con la resistencia a la Compresión diagonal en pilas en la dosificación 1% según la NTE E.070 (2006); en nuestro caso cumple al adicionar 0.5%CPC+3.5%PI, 1.5%CPC+6.5%PI, 2.5%CPC+9.5% y no cumple con la resistencia mínima al adicionar 3.5%CPC+12.5%PI, siendo no apto para ser usados.

Los ensayos empleados de resistencia diagonal en muretes son adecuados por que aumentan su resistencia mínimamente.

## VI. CONCLUSIONES

De los comportamientos físicos de ladrillos artesanales se concluye:

- Al adicionar CPC y PI en dosificaciones (3.5%, 6.5%, 9.5%, 12,0%) PI y CPC en porcentajes de (0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%) en ladrillos de arcilla, la absorción, respecto a la muestra patrón obteniendo es menor de 15.98%, seguido de 16.87% con el 0.5% CPC + 3.5% PI la más baja, cumpliendo con la NTE E.070 (2006), al no pasar los 22%, por ende, todos cumplen con la norma.
- Al adicionar CPC y PI en dosificaciones (3.5%, 6.5%, 9.5%, 12,5%) PI y CPC en porcentajes de (0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%) en ladrillos de arcilla, la variación dimensional, respecto a la muestra patrón obtuvo menor variación de -5.30%, con adición presentan un incremento de variación, siendo con 1.5% CPC y 6.5% PI se obtuvo mayor variación con 6.96%.
- Al adicionar CPC y PI en dosificaciones (3.5%, 6.5%, 9.5%, 12,5%) PI y CPC en porcentajes de (0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%) en ladrillos de arcilla, el alabeo se obtuvo mayor en la muestra patrón con 3.65%, con 3.5%CPC + 12.5%PI se obtuvo menor en con 1.95% , clasifican como ladrillos de Tipo I hasta de Tipo V, en conclusión presenta un alabeo de 2 mm a 4 mm, la incorporación de CPC y PI disminuyen el alabeo.
- Al adicionar CPC y PI en dosificaciones (3.5%, 6.5%, 9.5%, 12,0%) PI y CPC en porcentajes de (0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%) en ladrillos de arcilla, la succión se obtuvo en la muestra patrón un 70.48 gr/200cm<sup>2</sup>/min, con 1.5% CPC + 6.5% PI se obtuvo una mayor succión con 76.90 gr/200cm<sup>2</sup>/min y el menor fue con 2.5% CPC + 9.5% PI con 56.69 gr/200cm<sup>2</sup>/min. Todos cumplen al pasar los 20 g/200cm<sup>2</sup>/min recomendado por la NTE. E.070 (2006).

De los comportamientos mecánicas de ladrillos artesanales se concluye:

- Después de haber obtenido los resultados de cada ensayo se concluyó que la CPC y PI influyo en las propiedades mecánicas del ladrillo de arcilla, con la adición de 1.5% CPC + 6.5% PI mejoro su resistencia en

55.50 kg/cm<sup>2</sup>, en el ensayo de la resistencia a la compresión axial de pilas con 0.5% CPC + 3.5% PI mejoro su resistencia en 46.80 kg/cm<sup>2</sup>.

- Se determinó la resistencia a compresión simple de ladrillos de arcilla con incorporación en (0.5% CPC y 3.5% PI, 1.5% CPC y 6.5% PI, 2.5% CPC y 9.5% PI, 3.5% CPC y 12.5% PI) que nos permitió descubrir que si influye en lo posible, obteniendo mejor resultado con 1.5% CPC y 6.5% PI aumentando su resistencia en 55.50 kg/cm<sup>2</sup> a la compresión, seguido de 52.50 kg/cm<sup>2</sup> con el 0.5% CPC y 3.5% PI, 48.60 km/cm<sup>2</sup> con el 2.5% CPC y 9.5% PI, 44.20 kg/cm<sup>2</sup> con el 3.5% CPC y 12.5% PI y 50.46 kg/cm<sup>2</sup> con el 0%, entonces la adición de PI y CPC es positivo y negativo en algunos porcentajes aumenta su resistencia y en otras disminuye.
- Se determinó la resistencia a compresión axial de pilas de ladrillos de arcilla con incorporación en (0.5% CPC y 3.5% PI, 1.5% CPC y 6.5% PI, 2.5% CPC y 9.5% PI, 3.5% CPC y 12.5% PI) que nos permitió descubrir que si influye en lo posible, obteniendo mejor resultado con 0.5% CPC y 3.5% PI aumentando su resistencia en 46.80 kg/cm<sup>2</sup> a la compresión de pilas, seguido de 40.60 kg/cm<sup>2</sup> con el 1.5% CPC y 6.5% PI, 37.70 km/cm<sup>2</sup> con el 2.5% CPC y 9.5% PI, 36.90 kg/cm<sup>2</sup> con el 3.5% CPC y 12.5% PI y 50.70 kg/cm<sup>2</sup> con el 0%, entonces la adición de PI y CPC es positivo en los porcentajes planteados aumenta su resistencia.
- La mayor resistencia a la compresión diagonal se obtuvo de 6.40 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de 0.5% CPC y 3.5% PI y los demás resultados menores y además a más adición los insumos descienden la resistencia a la compresión diagonal.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las ladrilleras artesanales considerar durante el proceso constructivo, los parámetros de la norma ITINTEC 331.017, 331.019, 399.605, 399.613 y la norma E.070 Albañilería, para lograr un producto con mejores resultados en la elaboración de ladrillos, específicamente en las propiedades mecánicas.
2. Comparando los porcentajes de la (PI y CPC) en la resistencia a compresión recomendamos utilizar el 1.5% CPC y 6.5% PI, con el cual alcanzo incrementar su resistencia, en la absorción no recomendamos utilizar la (PI y CPC) porque todo los porcentajes aumento la tasa de absorción, en la variación dimensional se recomienda utilizar en porcentaje de 2.5% CPC y 9.5% PI, en la succión no se recomienda utilizar por salir mayor en 1.5% CPC y 6.5% PI, en alabeo es favorable utilizar en 3.5% CPC y 12.5% PI, se sugiere utilizar la (PI y CPC) en resistencia a compresión axial de pilas por haber obtenido resistencias mayores según la NTP.
3. La adición PI en (3.5%, 6.5%, 9.5% y 12.5%) y CPC en (0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%) ayudo en la resistencia a la compresión simple con adición de 1.5% CPC y 6.5% PI obtuvo una resistencia mayor de 55.50 kg/cm<sup>2</sup> por que se sugiere utilizar para poder incrementar la resistencia.
4. La adición PI en (3.5%, 6.5%, 9.5% y 12.5%) y CPC en (0.5%, 1.5%, 2.5% y 3.5%) no ayudo en la resistencia a la compresión axial de pilas por que a medida que se va incorporando mayor porcentaje su resistencia va disminuyendo, por lo que no recomendamos utilizar en este ensayo.
5. De acuerdo a los resultados obtenidos con todos los porcentajes de paja de ichu y ceniza de paja de cebada incorporados va aumentando la absorción; para continuar la investigación no recomendamos utilizar la PI y CPC en este ensayo.
6. Realizar el procedimiento de pruebas básico y previo en campo, para confirmar la calidad del suelo (prueba de las bolitas y cinta de barro), a fin de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.
7. La paja de ichu y ceniza de paja de cebada que hay en la provincia de piscobamba no es buena como parte aglomerante de los ladrillos de arcilla.

Se recomienda a futuros investigadores no continuar la investigación con la (PI y CPC).

## REFERENCIAS

ALVAREZ, Frank y SIFUENTES, Jasmina. Influencia de la ceniza de paja de trigo en las propiedades del ladrillo de arcilla, Pomabamba, Ancash, Lima, 2021. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo de Trujillo, Perú, 2021.

LOBATO, Neiser. resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con adición de paja toquilla – Cajamarca 2017. Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Norte, Cajamarca, Perú, 2018.

LIMAY, Elmer y VASQUEZ, Hever. resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de ichu (*Stipa ichu*). Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Norte, Cajamarca, Perú, 2019.

RAMOS, Carlos y SOLORZANO, Gilbert. *Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018*. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo de Trujillo, Perú, 2018.

AGUILAR, Jessica. *Elaboración de ladrillos mediante la inclusión de ceniza de carbón proveniente de la ladrillera bellavista de tunja-boyacá*. Tesis de Pregrado, Universidad Santo Tomás sede Tunja, Colombia, 2019.

ANGUMBA, Pedro. *Ladrillos elaborados con plástico reciclado (pet), para mampostería no portante*. Tesis de Maestría, Universidad de Cuenca, Ecuador, 2016.

MESÍA, Miguel y REGALADO, Joseph. *Valoración del ladrillo de arcilla con adición de mineral no metálico (romerillo) en el esfuerzo a compresión, Rioja – 2019*. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo de Moyobamba, Perú 2019.

DA SILVA, Ana y JORGE, Wesley. Evaluación físico mecánica de ladrillos de mezclas de suelo cemento-cáscara de arroz. *Revista Ingeniería de Construcción*. 2005. Vol. 20 N°2 Pag. 91-100- [www.ing.puc.cl/ric.28](http://www.ing.puc.cl/ric.28)

GONZALEZ, Roberto. *Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto con la incorporación de pet en diferentes porcentajes*. Tesis de Pregrado. Universidad Privada del Norte Cajamarca, Perú 2016.

BENDEZU, Maxs. *Aplicación de ceniza de bagazo de la caña de azúcar en ladrillos ecológicos en el distrito de Puente Piedra, Lima – 2019*. Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo Lima, Perú 2019.

OBREGON, Anthony. *Resistencia a la Compresión de Ladrillo de Concreto, Sustituyendo un 15% al Cemento, por Arcilla en un 10% y Cenizas de Hoja de Schinus (MOLLE) en un 5%*. Tesis de Pregrado. Universidad San Pedro Chimbote, Perú 2018.

HORNA, María. *Influencia del tipo de curado en la resistencia a la compresión axial de la albañilería*. Tesis de Pregrado. Universidad Privada del Norte Cajamarca, Perú 2015.

ARBILDO, Brayam y ROJAS, Melani. *Ensayo de Compresión Axial y Compresión Diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna*. Tesis de Pregrado. Universidad Privada de Tacna, Perú 2017.

LINARES, Claudio. *Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (cáscara y ceniza de arroz), como material sostenible para la construcción. Iquitos - Loreto – 2014*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana Iquitos, Perú 2015.

CHEEN, LI y POON. *Combined use of sewage sludge ash and recycled glass cullet for the production of concrete blocks*. Estados Unidos, 2018.

SALDAÑA, Luis. *Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de silicato de sodio cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyobamba – 2020*. Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo Moyobamba, Perú 2020.

CHAVEZ, Cesar y MILLONES Frank. *Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal – distrito de Santa – Ancash – 2018*. Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo Chimbote, Perú 2018.

CERNA, junior. *influencia de la arcilla de caolín en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo de arcilla artesanal king kong, Huamachuco -2018*. Tesis de Pregrado. Universidad Privada del Norte Trujillo, Perú 2018.

FLOREZ, Franklin y LIMPE Yesica. *influencia de la fibra de maguey (furcraea andina) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional, cusco – 2018*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú 2018.

TINEO, Córdova y SILVA, Román. *Evaluación de la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla con adición de cascarilla de arroz, Calzada, 2019*. Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo, Perú 2019.

MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.070, Albañilería. Lima: MVCS RNE, 2006.

Norma técnica colombiana NTC 4026 (1997). *Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural*. Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) Apartado 14237 Bogotá, Colombia.

ACEROS AREQUIPA, Los ladrillos, [Versión E-book], 2010 <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor/losladrillos>.

Monrroy Ramos, L. N. (2020). *Evaluation of the physical-mechanical properties of masonry with floor bricks - cement, for structural use in Huancayo - Junín*. Huancayo.

Morales, F. (2012). Know 3 types of Research: Descriptive, Exploratory and Explanatory. *Google Academico*.

MVCS, & PERIFERIA. (2018). *First National Report of Urban Indicators 2018*. Peru.

NCh 167 . (2001). *Construction of bricks - ceramic bricks - Testing*. Santiago: COPYRIGHT.

NTP 331.017. (1978). *Clay Bricks used in Masonry Requirements*. Lima: INDECOPI.

NTP. 399.613. (2005). *Methods of sampling and testing of clay bricks used in masonry*. Lima: INDECOPI.

Ñaupas Paitan, H., Mejia Mejia, E., Novoa Ramirez, E., & Villagomez Paucar, A. (2014). *Methodology of quantitative - qualitative research and writing of the thesis*. Bogota.

ONU. (2018). 2018 Review of Global Urbanization Prospects. *La red 21*.

Oseda Gago, D., Huaman Gomez, E., Ramos Blas, E., Shimbucat Espejo, F., Zevallos Robles, K., & Barrera Fachin, M. J. (2016). *THEORY AND PRACTICE OF SCIENTIFIC INVESTIGATION*. Perú: Soluciones Graficas S.A.C.

Pardave Crespo, Y. (2019). *Use of cement-soil in the elaboration of adobes for the feasibility as a construction material in the Labanileria District Santa Maria del Valle unit*. Huanuco.

SÁNCHEZ, Jorge, OROZCO, Julia, PEÑALOZA, Leidy. *Evaluación de mezclas de arcilla para la fabricación de ladrillos refractarios que sirvan para la reconversión tecnológica de los hornos utilizados en norte de santander*. (revista de investigaciones). Universidad Francisco de Paulo Santander, Cúcuta -Colombia, 2014: 26 (1). Disponible en:

[http://blade1.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/62b3\\_57-64.pdf](http://blade1.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/62b3_57-64.pdf).

SELLITTO, y et al. *Coprocessamento de cascas de arroz e pneus inservíveis e logística reversa na fabricação de cimento*. Ambient. soc. [online]. 2013, vol.16, n.1.

Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414753X2013000100009&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414753X2013000100009&script=sci_abstract&tlng=pt).

García-Mendoza, Abisaí Josué (2012): «México, país de magueyes», artículo en el suplemento "La jornada del campo", del diario *La Jornada* (México), 18 de febrero de 2012, pág. 4.

Parsons, J. R. (2012): «Altiplano de México: los agaves en la economía tradicional», artículo en el suplemento mensual *La Jornada del Campo*, del diario *La Jornada* (México), del 18 de febrero de 2012, pág. 6.

Rodríguez Castellanos, Francisco; Torres Rosales, Aida; Hernández Ocampo, José (1 de mayo de 2010). «Comparación de cuatro métodos de medición de la tasa de filtración glomerular con depuración de inulina en individuos sanos y en pacientes con insuficiencia renal». *Nefrología* **30** (3): 324-330. ISSN 0211-6995. doi:10.3265/Nefrologia.pre2010. Mar.10238. Consultado el 1 de febrero de 2019.

«Características de las variedades ensayadas Variedad: Cebada Ciclo Largo». 2010. Archivado desde el original el 22 de agosto de 2016. Consultado el 20 de agosto de 2016.

(en inglés) Watson, L., Dallwitz, M. J. (2008). «The grass genera of the world: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references». *The Grass Genera of the World*. Consultado el 1 de febrero de 2010.

Forero, Daniel Gonzalo (2000). *Almacenamiento de Granos*. Bogotá: UNAD, Facultad de Ciencias Agrarias.

MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.070, Albañilería. Lima: MVCS RNE, 2006.

ACEROS AREQUIPA, Los ladrillos, [Versión E-book], 2010 <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor/losladrillos>.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio ambiente (ESpaña). Centro de estudios y experimentación de obra públicas (CEDEX). Catálogos de residuos utilizables en construcción, Utilización de cenizas: España 2021. Disponible en: <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/30/lodos-de-depuradoras/valorizacion/aplicaciones/138/utilizacion-de-cenizas-.html>

NUÑEZ, Kevin. propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales fabricados con arcilla y concreto. Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Norte, Cajamarca, Perú, 2019.

MAMANI, Kellwin y NIZAMA, Jairo. *influencia de la arcilla de caolín en las propiedades físico-mecánico de un ladrillo artesanal en la localidad de catache, Cajamarca, 2020*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 2020.

INACAL. (25 de 12 de 2015). NTP 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos. Lima, Perú, 2015.

INACAL. (25 de 12 de 2015). NTP 399.604. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima, Perú, 2015.

INACAL. (11 de 12 de 2015). NTP 331.017. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. Lima, Perú, 2015.

INDECOPI. (13 de 07 de 2005). NTP 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima, Perú, 2005.

ANGULO, Viviana. Influencia de la adición al 2%, 3% y 5% de ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento en Cajamarca. Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Norte, Cajamarca, Perú, 2019.

## **ANEXOS**

## Anexo 01. Matriz de consistencia

**TÍTULO:** “Comportamiento físico-mecánica en muros portantes de ladrillo adicionando paja de ichu y ceniza de paja de cebada, Áncash – 2022”.

**AUTORES:** Br. Huayanay Trujillo, Tony Atilio y Br. Sevillano Calixto, Kelvin Arnol

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Problema general:</b> ¿Cuánto influye la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físico-mecánicas en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022?	<b>Objetivo general:</b> Evaluar la influencia de paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físico-mecánicas en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022.	<b>Hipótesis general:</b> La adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos físico-mecánicas en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022.	<b>INDEPENDIENTE</b>	Paja de ichu y ceniza de paja de cebada	Dosificación	0.0% PI y 0.0% CPC	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.
						3.5% PI y 5.0% CPC	
						6.5% PI y 1.5% CPC	
						9.5% PI y 2.5% CPC	
						12.5% PI y 3.5% CPC	
<b>Problema específico:</b> ¿Cuánto influye la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físicos en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022?	<b>Objetivos específicos:</b> Determinar cómo influye la paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físicos en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022.	<b>Hipótesis específicas:</b> La adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos físicos en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022.	<b>DEPENDIENTE</b>	Ladrillo	Comportamientos físicos	Absorción (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Absorción según (NTP 399.613 y 399.604)
						Variación dimensional (cm)	Ficha de recolección de datos del ensayo de V. D (según NTP 399.604, 2002)
						Alabeo (mm)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Alabeo según (NTP 331.018)
						Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Succión según (NTP 399.613 y 399.604)
¿Cuánto influye la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos mecánicos en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022?	Determinar cómo influye la paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos mecánicos en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022.	La adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos mecánicos en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022.	<b>DEPENDIENTE</b>	Ladrillo	Comportamientos mecánicos	Resistencia a la compresión simple ( $f'_{b}=kg/cm^2$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de Resistencia a compresión según (NTP 399.613 y 399.64)
						Resistencia a la compresión axial de pilas ( $f'_{m}=kg/cm^2$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de R.C.A.P según (NPT 399.613 Y 399.604)
						Resistencia a compresión diagonal ( $V'm=kg/cm^2$ )	Ficha de recolección de datos del ensayo de R.C.D. según (NTP 399.621)
¿La dosificación de la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influyen en los comportamientos físico-mecánicas en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022?	Determinar la influencia de la dosificación de la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada en los comportamientos físico-mecánica en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022.	La dosificación de la adición de paja de ichu y ceniza de paja de cebada influye en los comportamientos físico-mecánica en muros portantes de ladrillo, Áncash-2022.					

## Anexo 02. Matriz de Operacionalización de variables

**TÍTULO:** “Comportamiento físico-mecánica en muros portantes de ladrillo adicionando paja de ichu y ceniza de paja de cebada, Áncash – 2022.

**AUTORES:** Br. Huayanay Trujillo, Tony Atilio y Br. Sevillano Calixto, Kelvin Arnol

VARIABLES DE ESTUDIO		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
<b>V. INDEPENDIENTE</b>	<b>PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA</b>	La ceniza de paja de cebada es obtenida por la calcinación en un horno de ladrillo, en donde se sabe que para la fabricación de ladrillo se llega a temperaturas superiores 800°C y para tener valores favorables requeríamos una temperatura mínima de 600°C. (Lencinas y Incahuanaco, 2017 p.89)	Esta investigación plantea añadir la paja de ichu y ceniza de paja de cebada, de acuerdo a las dosificaciones y comprobar su resistencia a la compresión, resistencia a la compresión resistencia a la compresión diagonal, resistencia al corte por cizalle, porcentaje de absorción, variación dimensional y alabeo.	Dosificación	0.0% PI y 0.0% CPC	Razón	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada <b>Nivel de investigación:</b> Explicativo <b>Diseño de investigación:</b> <b>Experimental:</b> Cuasi-Experimental <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Población:</b> 380 ladrillos de arcilla
					3.5% PI y 0.0% CPC		
					6.5% PI y 1.5% CPC		
					9.5% PI y 2.5% CPC		
					12.5% PI y 3.5% CPC		
<b>V. DEPENDIENTE</b>	<b>COMPORTAMIENTOS FISICO-MECANICAS LADRILLO</b>	Las propiedades físicas están determinadas por las características relacionadas a la estética del material y las mecánicas que se relacionan a la resistencia estructural y la durabilidad. (Barranzuela, 2014, p.4)	Esta investigación determina los comportamientos físico-mecánica en muros portantes del ladrillo con los respectivos ensayos de laboratorio y comprobar su resistencia a la compresión, resistencia a la compresión axial de pilas, resistencia a la compresión diagonal, resistencia al corte por cizalle, porcentaje de absorción, variación dimensional y alabeo.	Propiedades físicas	Variación dimensional (cm)	Razón	<b>Muestra:</b> 380 ladrillos de arcilla <b>Muestreo:</b> No Probabilístico se ensayará en todas las muestras por conveniencia. <b>Técnica:</b> observación directa. <b>Instrumentos de recolección de datos:</b> -Fichas de recolección de datos -Fichas técnicas de los ensayos de laboratorio.
					Alabeo (mm)		
					absorción (%)		
					Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)		
				Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión simple (f' <sub>b</sub> =kg/cm <sup>2</sup> )		
					Resistencia a la compresión axial de pilas (f' <sub>m</sub> =kg/cm <sup>2</sup> )		
					Resistencia a compresión diagonal (V' <sub>m</sub> =kg/cm <sup>2</sup> )		

## Anexo 03. Validación del instrumento de recolección de datos

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: JIM ROBIN JAERAMILLO GARRO

N° de registro CIP : 119202

Especialidad : JHG CIVIL

Instrumento de evaluación : Resistencia a la comprensión, resistencia a la comprensión axial de pilas, resistencia a la comprensión diagonal, resistencia al corte por cizalle, absorción, variación dimensional y alabeo.

Autor del instrumento: Br. Huayanay Trujillo, Tony Atilio y Br. Sevillano Calixto, Kelvin Arnel

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: LADRILLO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: LADRILLO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: LADRILLO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>50</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

Áncash 17 de enero de 2022


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Centro Departamental Áncash - Huancayo  
  
 Jim Robin Jaeramillo Garro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 119202

**I. DATOS GENERALES**Apellidos y nombres del experto: JOSE ALEX SAavedra CABALLERON° de registro CIP : 130130Especialidad : IHG CIVIL

Instrumento de evaluación : Resistencia a la comprensión, resistencia a la comprensión axial de pilas, resistencia a la compresión diagonal, resistencia al corte por cizalla, absorción, variación dimensional y alabeo.

Autor del instrumento: Br. Huayanay Trujillo, Tony Atlio y Br. Bevilano Calixto, Kelvin Arnel

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: LADRILLO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: LADRILLO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: LADRILLO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>50</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

5.0Ancash 17 de enero de 2022

CONSTRUCCION Y ADMINISTRACIÓN S.A.

José Alex Saavedra Caballero  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 130130

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: SIFUENTES ZORILLA FISHER URBANO

N° de registro CIP : 266309

Especialidad : INGENIERO CIVIL

Instrumento de evaluación : Resistencia a la comprensión, resistencia a la comprensión axial de pilas, resistencia a la comprensión diagonal, resistencia al corte por cizalle, absorción, variación dimensional y alabeo.

Autor del instrumento: Br. Huayanay Trujillo, Tony Atlio y Br. Sevillaño Calixto, Kelvin Amol

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: LADRILLO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: LADRILLO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: LADRILLO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

5.0

Ancash 17 de enero de 2022

*Sifuentes Zorilla Fisher Urbano*  
SIFUENTES ZORILLA FISHER URBANO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 266309

## Anexo 04. Cuadro de dosificación de muestras de antecedentes

TITULO: "Comportamiento físico-mecánica en muros portantes de ladrillo adicionando paja de ichu y ceniza de paja de cebada, Ancash – 2022.

ANEXO 05 : CUADROS DE RESULTADOS Y DOSIFICACIONES

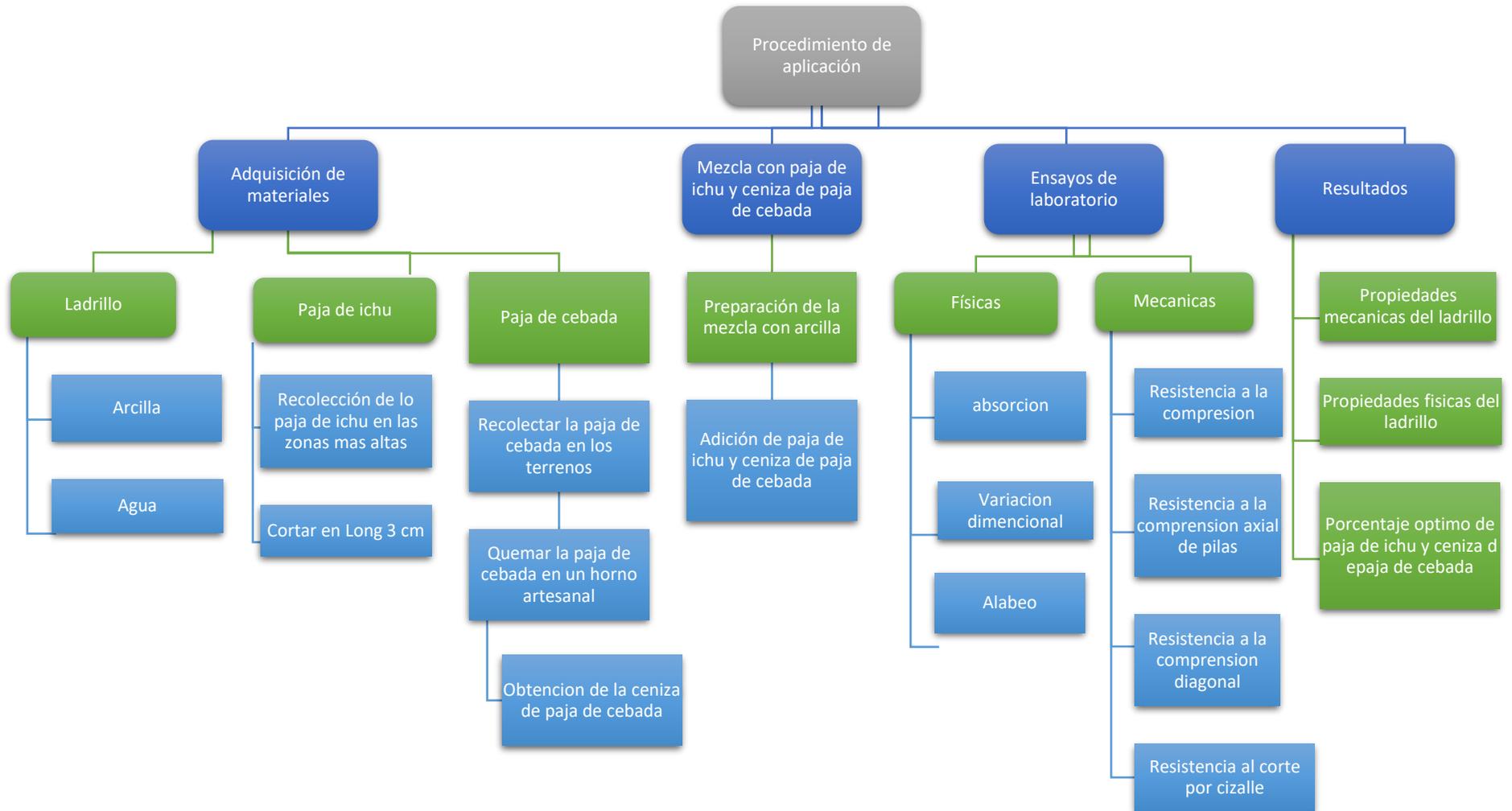
AUTORES: Br. Huayanay Trujillo, Tony Atilio y Br. Sevillano Calixto, Kelvin Arrol

TITULO: COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICA EN MUROS PORTANTES DE LADRILLOS ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH - 2022

AUTORES: Br. Huayanay Trujillo, Tony Atilio y Br. Sevillano Calixto, Kelvin Arrol

AUTOR	TITULO	PRODUCTO	AÑO	PORCENTAJES DE ADICION (%)	ENSAYO A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> -Mpa)	COMPRESION AXIAL DE PILAS (kg/cm <sup>2</sup> fm°C	RESISTENCIA AL CORTE POR CIZALLE (kg/cm <sup>2</sup> -Mpa)	RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA FLEXION (kg/cm <sup>2</sup> -Mpa)	ENSAYO DE ALABEO (mm)		ABSORCION N (%)	VARIACION DIMENSIONAL (%)			
										convexa	concava		L	A	A	
Limay & Vasquez	Resistencia a compresion del ladrillo de arcilla con adiccion de ichu (stipa ichu)	ichu	2019	5%	33.13 kg/cm <sup>2</sup>											
				10%	33.60 kg/cm <sup>2</sup>											
				15%	51.73 kg/cm <sup>2</sup>											
				20%	35.89 kg/cm <sup>2</sup>											
Alvarez & Sifuentes	Influencia de la ceniza de paja de trigo en las propiedades del ladrillo de arcilla, pomabamba, ancash	ceniza de paja de trigo	2021	2%	51.31 kg/cm <sup>2</sup>	53.82 kg/cm <sup>2</sup>						16.21%				
				4%	52.56 kg/cm <sup>2</sup>	51.71 kg/cm <sup>2</sup>					17.60%					
				6%	51.98 kg/cm <sup>2</sup>	48.49 kg/cm <sup>2</sup>					18.14%					
Chuquimamani	Comportamiento mecanico de muros de albanileria con ladrillos artesanales con adiccion de ceniza de tallo de algodón, Puno	ceniza de tallo de algodón	2021	1%	67.77 kg/cm <sup>2</sup>	46.84 kg/cm <sup>2</sup>				3.28	1.90	22.65%	1.21%	0.85%	0.94%	
				3%	64.78 kg/cm <sup>2</sup>	41.40 kg/cm <sup>2</sup>				2.90	1.93	20.11%	2.08%	2.00%	3.04%	
				5%	56.25 kg/cm <sup>2</sup>	34.70 kg/cm <sup>2</sup>				2.55	3.50	24.13%	2.05%	2.47%	1.14%	
Camacho & Mena	Diseño y fabricacion de un ladrillo ecologico como material sostenible de construccion y comparacion de sus propiedades mecanicas con un ladrillo tradicional	cascara de arroz y ceniza de arroz	2018	14%C+6% CA + 2%CA	4,667 Mpa				2.39 Mpa			16.840%				
				12%C+8% CA +4%CA	4,750 Mpa				2.55 Mpa			17.370%				
				10%C+10% CA	3,637 Mpa				2.43 Mpa			17.280%				
				10%C+10% CA	3,64 Mpa	8.95			2.43 Mpa			19.460%	2.60%	2.45%	0.56%	
Monrroy	Evaluacion de las propiedades fisico - mecanicas de la albañileria con ladrillos de suelo - cemento para uso estructural en huancayo, Junin	suelo y cemento	2020	10.0% C	6.3 Mpa	24.9 kg/cm <sup>2</sup>		4.6 kg/cm <sup>2</sup>		0.00	1.15	14.410%	0.05%	0.12%	1.30%	
				15.0% C	8.5 Mpa	38.4 kg/cm <sup>2</sup>		6.9 kg/cm <sup>2</sup>		0.00	1.15	13.400%	0.04%	0.11%	1.29%	
				20.0% C	12.0 Mpa	41.1 kg/cm <sup>2</sup>		8.2 kg/cm <sup>2</sup>		0.00	1.05	12.410%	0.03%	0.08%	1.26%	
Quispe	Resistencia mecanicas de muros de albanileria con ladrillos ecologicos, para viviendas autoconstruidas, San Jeronimo,Cusco	cemento, polvo de caucho y suelo arcilloso	2020	20% C, 20% C, SA	25.12 kg/cm <sup>2</sup>	20.36 kg/cm <sup>2</sup>	2.6 kg/cm <sup>2</sup>	8.28 km/cm <sup>2</sup>	13.79 kg/cm <sup>2</sup>	0.00	1.12	8.040%	0.50%	1.83%	1.63%	
Aguilar	Elaboracion de ladrillos mediante la inclusion de ceniza de carbon proveniente de la ladrilleria bellavista de Tunja-Boyaca	ceniza de carbon	2019	5%	16 Mpa							16.10%				
				10%	14 Mpa									17.13%		

## Anexo 05. Cuadro de procedimientos



## Anexo 06. Ensayos de laboratorio



# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
 RUC: 20606746050 - Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638  
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

---

**INDEME N° 11-80-MINIMAS 300**  
**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
**Ensayo de los ladrillos**  
**NTP 339.933**

**SOLICITA :** TONY ATELIO HUAYANAY TRUJILLO  
 KELVIN ARNOLD SEVILLANO CALIXTO

**TEMA :** "COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

---

**MUESTRA PATRON**

**OBSERVACIONES:**

- Las unidades de alfarería fueron hechas artesanalmente por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a las medidas de unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 3.8 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

DN =

Ladrillo N°	Largo (cm)					Lprom (cm)	δ	δv (%)	Ancho (cm)					Lprom (cm)	δ	δv (%)
L-1	23.91	24.31	23.78	23.73	23.93	23.93	0.26	1.36	13.75	13.57	13.72	13.57	13.65	0.10	-4.28	
L-2	24.44	24.31	24.48	24.25	24.35	24.35	0.89	-1.16	13.84	14.01	14.19	14.95	14.02	0.14	-6.78	
L-3	24.30	24.25	23.99	24.29	24.21	24.21	0.15	-0.25	13.62	13.77	13.61	13.80	13.72	0.89	-4.91	
L-4	24.21	24.26	24.35	24.19	24.25	24.25	0.97	-0.75	13.79	13.83	13.69	13.93	13.81	0.10	-5.42	
L-5	24.53	24.25	24.19	24.54	24.36	24.36	0.22	-0.58	13.88	13.93	14.01	13.75	13.88	0.11	-6.03	
L-6	24.20	24.31	24.30	24.34	24.29	24.29	0.89	-0.04	13.56	14.01	13.97	13.80	13.68	0.20	-5.62	
L-7	24.30	24.01	24.69	24.19	24.13	24.13	0.15	0.08	13.72	13.97	13.67	14.05	13.98	0.14	-5.84	
L-8	24.96	24.01	24.85	24.02	24.04	24.04	0.02	-0.05	13.74	13.78	13.83	13.80	13.78	0.04	-6.71	
L-9	24.03	23.79	23.70	23.86	23.85	23.85	0.14	1.21	13.45	13.72	13.83	13.81	13.65	0.16	-3.73	
L-10	23.87	23.67	24.11	23.92	23.64	23.64	0.10	0.61	13.67	13.75	13.82	14.08	13.64	0.15	-5.26	
<b>PROMEDIO</b>						<b>24.14</b>	<b>0.13</b>	<b>-0.64</b>						<b>13.81</b>	<b>0.12</b>	<b>-6.30</b>

Ladrillo N°	Alto (cm)				Lprom (cm)	δ	δv (%)
L-1	7.72	7.43	7.37	7.47	7.50	0.15	8.23
L-2	7.87	7.73	7.83	7.77	7.75	0.18	4.37
L-3	8.06	7.68	8.83	8.89	7.96	0.28	3.82
L-4	7.56	7.58	7.78	7.59	7.63	0.18	5.84
L-5	7.31	7.58	7.88	7.54	7.62	0.27	8.12
L-6	7.78	7.67	7.73	7.84	7.81	0.08	3.22
L-7	7.91	7.77	7.57	8.04	7.82	0.29	4.73
L-8	7.67	7.78	7.54	7.76	7.68	0.13	5.78
L-9	7.58	7.80	7.76	7.61	7.68	0.11	5.27
L-10	7.67	7.78	7.77	7.62	7.71	0.09	4.56
<b>PROMEDIO</b>					<b>7.71</b>	<b>0.14</b>	<b>5.32</b>

**OBSERVACIONES:**

$$\delta v = \frac{DN - DP \cdot 100}{DN}$$

$$DP = \bar{D}_{prom} - \delta$$

δv = Variación de dimensión en porcentaje  
 DN = Dimensión especificada  
 DP = Medida promedio en cada dimensión  
 Dprom = Promedio de medidas  
 δ = Desviación estándar, en la medida de los datos de los valores respecto a la medida (valor promedio)




Ing. Rubén Darío Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - RNP - CIP N° 46290  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad




Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
 Ref. Arco de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cero 1370 - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 991 800 798 | Correo: rubenmathlab@gmail.com






# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
 RUC: 20006746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00131638  
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

FORMA N° 01-00-MATHLAB-2023  
**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
 Ensayo de los ladrillos  
 NTP 339.933

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
 KELVIN ARNOLD SEVILLANO CALIXTO

**TESIS :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO ADICIONANDO PAJA DE KICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**3.50%PI + 0.50%CPG**

**OBSERVACIONES**

- Los ladrillos de albañilería fueron hechos en laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a los muestreos de unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante.
- Los ladrillos de albañilería proporcionados por el solicitante en promedio tienen una masa de 2.8 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

Ladrillo N°	Largo (cm)						Ancho (cm)							
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	A1	A2	A3	A4	A5	A6		
L-1	23.95	23.87	23.88	23.88	23.92	0.05	0.04	13.54	13.40	13.44	13.19	13.28	0.15	-1.89
L-2	23.49	23.54	23.69	23.58	23.56	0.08	2.11	13.27	12.85	12.73	13.36	13.05	0.31	1.97
L-3	23.94	24.14	24.12	23.81	24.00	0.16	0.04	13.48	13.24	13.67	13.51	13.47	0.18	-2.25
L-4	23.61	23.57	23.72	23.59	23.60	0.09	2.05	13.15	13.12	13.31	13.16	13.19	0.09	-6.77
L-5	23.82	23.61	23.57	23.61	23.65	0.11	1.50	13.38	13.43	13.38	13.53	13.41	0.10	-2.41
L-6	23.95	23.90	23.88	23.88	23.98	0.04	0.08	13.28	13.00	13.22	13.14	13.18	0.08	-6.73
L-7	23.68	23.65	23.76	23.87	23.74	0.10	1.53	13.67	13.11	13.24	13.31	13.18	0.11	-6.54
L-8	23.88	23.80	23.69	23.85	23.81	0.08	1.16	13.24	13.29	13.26	13.19	13.25	0.04	-1.56
L-9	23.47	23.81	23.34	23.70	23.58	0.21	2.64	13.60	13.48	13.26	13.52	13.32	0.24	-6.58
L-10	25.45	23.47	23.40	23.42	23.44	0.83	2.48	13.12	13.21	13.01	13.13	13.12	0.09	-8.27
<b>PROMEDIO</b>						<b>0.27</b>	<b>1.57</b>							<b>-8.90</b>

Ladrillo N°	Alto (cm)			Espesor (cm)			
	H1	H2	H3	S1	S2	S3	
L-1	7.82	7.45	7.42	7.36	7.52	6.29	6.58
L-2	7.94	7.82	7.95	7.32	7.51	6.13	7.78
L-3	7.96	7.90	7.95	7.74	7.91	6.89	5.98
L-4	7.98	7.93	7.95	7.42	7.95	6.89	6.79
L-5	7.91	7.81	7.75	7.62	7.87	6.13	5.77
L-6	7.98	7.98	7.95	7.58	7.57	6.89	6.38
L-7	7.84	7.76	7.94	7.75	7.72	6.13	5.67
L-8	7.48	7.85	7.81	7.79	7.73	6.16	5.44
L-9	7.74	7.33	7.67	7.42	7.54	6.20	6.20
L-10	7.54	7.64	7.85	7.79	7.85	6.10	5.57
<b>PROMEDIO</b>							<b>6.55</b>

OBSERVACIONES  $\delta v = \frac{DN - DP \cdot 100}{DN}$

$DP = D_{prom} - \delta$

- $\delta v$  = Variación de dimensión en porcentaje
- $DN$  = Dimensión especificada
- $DP$  = Medida promedio en cada dimensión
- $D_{prom}$  = Promedio de medidas
- $\delta$  = Desviación estándar, es la medida de la dispersión de los valores respecto a su medida (valor promedio)



Ing. Rubén Darío Aranda Lema  
 INGENIERO CIVIL - Reg. C.O.P. 16030  
 Especialista en Calidad y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huancayo  
 Ref. Arboles de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Bucaram: Av. Chacra Cerro 1570 - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 991 890 796 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 86133638  
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INDICIO N° 01-03-02/010-2011  
**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
**Ensayo de los ladrillos**  
**NTP 239.013**

**SOLICITA :** TONY ATEJO HUAYANAY TRUJILLO  
 : KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**6.50%PI + 1.50%CPG**

**OBSERVACIONES**

- Las unidades de alfarería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a los centros de unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante se promedió luego una masa de 3.0 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	6

DN =

Ladrillo N°	Largo (cm)					Ancho (cm)				
	L1	L2	L3	L4	L5	A1	A2	A3	A4	A5
L-1	24.82	23.87	24.08	24.00	24.02	13.42	13.28	13.27	13.22	13.32
L-2	23.82	23.67	23.52	23.56	23.61	13.08	13.30	13.52	13.31	13.31
L-3	23.51	23.85	23.74	23.52	23.61	13.27	13.24	13.48	13.69	13.50
L-4	24.21	24.25	24.28	24.18	24.23	13.45	13.47	13.44	13.45	13.45
L-5	24.20	24.09	24.08	24.18	24.14	13.54	12.87	13.42	13.72	13.36
L-6	23.71	23.74	23.71	23.77	23.73	13.08	13.90	13.49	13.75	13.58
L-7	24.32	24.00	23.91	24.07	24.06	13.53	13.42	13.34	13.43	13.43
L-8	23.52	23.61	23.58	23.57	23.57	13.27	13.11	13.47	13.39	13.51
L-9	24.18	23.80	24.10	23.98	24.03	13.44	13.55	13.39	13.49	13.47
L-10	24.28	24.15	24.28	24.67	24.35	13.41	13.52	13.54	13.47	13.49
	PROMEDIO					PROMEDIO				
	23.94					13.42				
	0.18					0.15				
	0.66					-2.12				

Ladrillo N°	Alto (cm)			Espesor (cm)		
	H1	H2	H3	e1	e2	e3
L-1	7.88	7.80	7.82	7.57	7.87	8.19
L-2	7.56	7.39	7.23	7.75	7.49	8.23
L-3	7.65	7.23	7.29	7.54	7.43	8.20
L-4	7.66	7.67	7.63	7.79	7.89	8.87
L-5	7.83	7.71	7.31	7.58	7.50	8.23
L-6	7.84	7.63	7.79	7.88	7.63	8.14
L-7	7.67	7.41	7.53	7.78	7.68	8.16
L-8	7.51	7.63	7.46	7.81	7.46	8.13
L-9	7.75	7.58	7.57	7.58	7.62	8.09
L-10	7.58	7.78	7.74	7.88	7.78	8.00
	PROMEDIO			PROMEDIO		
	7.58			8.14		
	0.14			8.96		

OBSERVACIONES  $\delta v = \frac{DN - DP \cdot 100}{DN}$   $DP = D_{prom} - \delta$

- $\delta v$  = Variación de dimensión en porcentaje
- DN = Dimensión especificada
- DP = Medida promedio en cada dimensión
- DProm = Promedio de medidas
- $\delta$  = Desviación estándar, es la medida de la dispersión de los valores respecto a la medida (valor promedio)



**Ing. Rubén Darío Aranda Leiva**  
 INGENIERO CIVIL - RNP - CP N° 46298  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1435 - Huancayo  
 Ref. Antos de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cero 1370 - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 991 860 786 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPÍ N° 00133636  
Mathlab Ingenieria Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° 01-08-407640-2023  
**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
Ensayo de los ladrillos  
NTP 339.613

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYAMAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESTE :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**0.50%PI + 2.50%CPG**

**OBSERVACIONES**

- Las unidades de alabado fueron ensaladas en laboratorio por el solicitante
- El resultado de los ensayos corresponden a los muestreos de unidades de alabado en proporciones por el solicitante
- Las unidades de alabado proporcionadas por el solicitante se procedió a pesar una masa de 3.0 kg
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	6

Ladrillo N°	Largo (cm)				Espesor (cm)			Ancho (cm)							
	L1	L2	L3	L4	L1	δ	δv (%)	L1	L2	L3	L4				
L-1	23.90	23.92	24.15	23.95	23.99	0.11	0.55	13.38	13.31	13.58	13.10	13.27	0.12	-1.17	
L-2	23.81	24.15	24.22	24.10	24.00	0.10	0.41	13.40	13.29	13.29	13.15	13.26	0.11	-1.16	
L-3	24.10	23.71	23.98	24.01	23.95	0.17	0.91	13.10	13.35	13.18	13.20	13.21	0.10	-0.79	
L-4	24.31	24.15	23.88	24.07	24.11	0.17	0.29	13.11	13.50	13.15	13.08	13.21	0.20	-0.11	
L-5	23.95	24.11	23.81	24.14	24.00	0.15	0.63	13.00	13.00	13.12	13.11	13.36	0.26	-0.80	
L-6	23.80	24.23	23.92	24.13	24.04	0.16	0.51	13.50	13.30	13.22	13.14	13.27	0.16	-0.81	
L-7	23.78	24.52	23.96	24.30	24.17	0.34	0.73	13.50	13.15	13.18	13.16	13.25	0.17	-0.67	
L-8	24.07	24.12	23.88	24.22	24.08	0.14	0.26	13.84	13.18	13.38	13.20	13.38	0.31	-0.53	
L-9	24.21	24.31	23.95	23.95	24.11	0.16	0.33	13.60	13.10	13.22	13.40	13.33	0.22	-0.08	
L-10	23.82	24.07	24.21	24.19	24.10	0.13	0.15	13.05	13.11	13.18	13.16	13.26	0.27	0.09	
					<b>PROMEDIO</b>	<b>24.05</b>	<b>0.18</b>	<b>0.43</b>				<b>PROMEDIO</b>	<b>13.28</b>	<b>0.19</b>	<b>-0.66</b>

Ladrillo N°	Peso (mg)				Espesor (cm)			Ancho (cm)			
	P1	P2	P3	P4	L1	δ	δv (%)	L1	L2	L3	
L-1	7.98	7.87	7.92	7.93	7.93	0.05	1.50	7.93	8.05	8.11	
L-2	7.91	8.15	8.13	8.05	8.06	0.11	0.61	7.95	8.15	7.94	
L-3	8.11	8.03	7.81	7.83	7.86	0.04	2.30	7.92	7.99	7.92	
L-4	7.82	7.87	7.83	7.91	7.86	0.09	2.94	7.91	7.91	8.02	
L-5	7.86	7.86	7.93	7.99	7.92	0.05	1.99	7.88	7.86	7.88	
L-6	7.85	7.74	7.97	7.88	7.86	0.09	2.94	7.91	7.91	8.02	
L-7	7.91	7.94	7.88	7.91	7.91	0.02	1.43	8.07	8.11	8.05	
L-8	8.07	8.11	8.05	8.13	8.09	0.04	-0.67	7.88	7.93	7.85	
L-9	7.88	7.93	7.85	7.83	7.86	0.07	2.45	7.93	7.95	7.89	
L-10	7.93	7.95	7.89	7.91	7.92	0.03	1.32				
					<b>PROMEDIO</b>	<b>7.94</b>	<b>0.06</b>	<b>1.63</b>			

**OBSERVACIONES**

$$\delta v = \frac{DN - DP + 100}{DN}$$

$$DP = D_{prom} - \delta$$

δv = Variación de dimensión en porcentaje

DN = Dimensión especificada

DP = Medida promedio en cada dimensión

Dprom = Promedio de medidas

δ = Desviación estándar, es la medida de la dispersión de los valores respecto a la medida (valor promedio)



*[Firma]*  
Ing. Rubén Darío Aranda Leiva  
Ingeniero Civil - Reg. CP N° 40270  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1435 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Centro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 981 800 794 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
 RUC: 20606746650 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 60133638  
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

FORMA N° 01-08-MATHLAB-2023  
**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
**Ensayo de los ladrillos**  
**NTP 339.603**

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
 KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO  
**TESIS :** "COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
 ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".  
**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**13.50%PI + 3.50%CPG**

**OBSERVACIONES**

- Los ladrillos de albañilería fueron hechos al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a las muestras de unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante.
- Los ladrillos de albañilería proporcionados por el solicitante no poseen una masa de 3.8 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

Ladrillo N°	Largo (cm)					δ	δv (%)	Ancho (cm)					δ	δv (%)		
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5				
L-1	24.15	23.81	23.93	23.90	23.95	0.14	0.02	13.05	13.28	13.48	13.30	13.41	0.10	-2.33		
L-2	23.79	23.68	23.79	23.80	23.82	0.04	0.05	13.30	13.22	13.14	13.17	13.21	0.07	-1.08		
L-3	24.30	24.21	24.10	24.22	24.21	0.08	-0.52	13.20	13.43	13.29	13.20	13.25	0.10	-1.15		
L-4	23.95	23.84	23.98	23.87	23.91	0.07	0.05	13.30	13.14	13.18	13.15	13.17	0.08	0.08		
L-5	23.91	23.82	23.93	23.97	23.91	0.06	0.05	13.20	13.13	13.15	13.18	13.16	0.04	-0.08		
L-6	24.10	24.03	24.21	24.32	24.17	0.13	-0.16	13.16	13.12	13.18	13.20	13.17	0.03	-1.01		
L-7	24.00	24.07	24.17	24.25	24.15	0.08	-0.28	13.14	13.14	13.08	13.15	13.13	0.03	-0.73		
L-8	23.95	23.87	24.03	24.14	24.00	0.12	0.40	13.10	13.10	13.11	13.13	13.11	0.01	-0.74		
L-9	24.13	24.13	24.01	24.09	24.08	0.08	-0.14	13.18	13.16	13.14	13.18	13.15	0.03	0.05		
L-10	24.15	24.32	24.04	24.18	24.17	0.12	-0.24	13.18	13.13	13.20	13.29	13.16	0.05	-0.62		
	<b>PROMEDIO</b>					<b>24.04</b>	<b>0.08</b>	<b>0.22</b>	<b>PROMEDIO</b>					<b>13.18</b>	<b>0.06</b>	<b>-1.02</b>

Ladrillo N°	δHs (cm)				Largo (cm)	δ	δv (%)
L-1	7.99	7.77	7.83	7.85	7.79	0.07	3.50
L-2	7.80	7.93	7.99	7.97	7.92	0.04	1.48
L-3	7.91	7.84	7.89	7.91	7.84	0.18	3.33
L-4	7.92	7.73	7.85	8.15	7.84	0.17	2.93
L-5	7.83	7.85	7.81	7.97	7.89	0.08	2.17
L-6	7.75	7.83	7.87	7.90	7.81	0.05	2.98
L-7	7.93	7.90	8.15	8.11	8.05	0.10	0.72
L-8	7.97	7.83	7.79	7.93	7.83	0.15	4.65
L-9	7.97	7.90	7.84	7.98	7.83	0.16	4.17
L-10	8.08	7.99	7.80	7.81	7.91	0.13	2.88
	<b>PROMEDIO</b>				<b>7.88</b>	<b>0.10</b>	<b>2.81</b>

OBSERVACIONES  $\delta v = \frac{DN - DP}{DN} \cdot 100$   $DP = D_{prom} - \delta$

- δv = Variación de dimensión en porcentaje
- DN = Dimensión especificada
- DP = Medida promedio en cada dimensión
- δ = Promedio de medidas
- ξ = Desviación estándar, es la medida de la dispersión de los valores respecto a la medida (para promedio)



Ing. Rubén Darío Amador Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. O.P.N° 18299  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1435 - Huaraz  
 Ref. Áreas de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cero 1370 - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 991 896 756 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133631

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

### MEDIDA DEL ALABEO

Ensayo de los ladrillos

NTP 339.913

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

### MUESTRA PATRON

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de alabado fueron hechas al laboratorio por el solicitante
- El resultado de los ensayos corresponde a las medidas de unidades de alabado preparadas por el solicitante
- Las unidades de alabado preparadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 3.9kg
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

DM =

Ladrillo N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		CARA SUPERIOR (mm)	CARA INFERIOR (mm)	MÁXIMO (mm)
	1	2	1	2			
L-1	1.50	4.00	5.00	2.00	2.75	3.00	3.50
L-2	3.00	3.50	6.00	1.00	3.25	3.50	3.50
L-3	6.00	4.00	3.00	2.00	5.00	2.50	5.00
L-4	2.50	4.00	7.50	7.00	3.25	7.25	7.25
L-5	2.00	4.00	0.50	1.00	3.00	0.75	3.00
L-6	6.00	3.00	0.50	2.00	4.50	4.25	4.50
L-7	1.00	2.00	3.00	4.00	1.50	3.50	3.50
L-8	4.00	3.00	3.00	5.00	3.50	4.00	4.00
L-9	0.50	6.00	4.00	6.50	3.25	5.25	5.25
L-10	4.00	3.00	1.50	3.50	3.50	2.00	3.50
PROMEDIO					3.35	3.65	3.85



Ing. Ruben Diego Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - REG. O.P.N° 18209  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Suoranal: Av. Chacra Como 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 836 796 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPÍ N° 89133638  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

### MEDIDA DEL ALABEO

Ensayo de los ladrillos  
NTP 339.613

**SOLICITA** : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS** : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MURDS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA** : 17 de marzo del 2022

**3.50%PI + 0.50%CPC**

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron hechas en laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a las medidas de albañilería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante se procedió de una masa de 3.94g.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

Ladrillo N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		MÁXIMO (mm)
	1	2	1	2					
L-1	1.50	2.00	3.00	4.00	1.75	3.50	3.50		3.50
L-2	3.00	4.00	0.50	1.00	3.50	0.75	3.50		3.50
L-3	0.50	1.00	3.00	2.50	0.75	2.75	2.75		2.75
L-4	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.50	2.50		2.50
L-5	5.00	4.00	3.00	3.50	4.50	3.25	4.50		4.50
L-6	7.00	3.00	3.00	4.00	5.00	3.50	5.00		5.00
L-7	1.00	1.50	2.00	4.00	1.25	3.00	3.00		3.00
L-8	3.00	4.00	3.00	3.00	3.50	3.25	3.50		3.50
L-9	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00		5.00
L-10	5.00	2.00	1.50	2.00	3.50	1.75	3.50		3.50
PROMEDIO					3.08	2.83	3.08		



Dr. Ing. Rubén Darío Aranda Lema  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162809  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huancayo  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Bucarsal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 893 796 | Correo: ruben@mathlab.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746950 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOP: N° 00133638  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INTERNO N° 01-MATHLAB-2021

### MEDIDA DEL ALABEO

Ensayo de los ladrillos  
NTP 339.03

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
KELVIN ARNOL SEVILLANO GALIXTO

**TEBIS :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**6.50%PI + 1.50%CPG**

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a los muestreos de unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 3.5 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

Ladrillo N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		CARA SUPERIOR (mm)	CARA INFERIOR (mm)	MAXIMO (mm)
	1	2	1	2			
L-1	0.50	3.00	2.00	2.50	1.75	2.25	2.25
L-2	4.00	8.00	3.00	2.00	6.50	2.50	6.50
L-3	1.00	6.00	7.00	5.00	3.50	6.00	6.00
L-4	2.00	5.00	3.00	5.00	3.00	4.00	4.00
L-5	2.00	2.00	5.00	3.00	2.00	4.00	4.00
L-6	1.00	4.00	2.00	1.00	2.50	1.50	2.50
L-7	1.00	3.00	5.00	3.00	2.00	4.00	4.00
L-8	1.00	6.00	4.00	1.00	3.50	2.50	3.50
L-9	4.00	7.00	3.00	3.00	5.50	3.00	5.50
L-10	3.00	2.00	3.50	4.00	2.50	3.75	3.75
PROMEDIO					3.33	3.35	3.35



Ing. Ruben Dario Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 168308  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
Celular: 981 800 798 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles.  
 RUC: 20606746050 - Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 60133633  
 MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

MEMBRE N° EL-08-MATHLAB 2021

### MEDIDA DEL ALABEO

Ensayo de los ladrillos

NTP 339.603

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
 : KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
 ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**9.50%PI + 2.50%CPC**

#### OBSERVACIONES

- Las medidas de alabeo se toman sobre el laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a los muestros de unidades de alabeo en proporciones por el solicitante.
- Las medidas de alabeo en proporciones por el solicitante se presenta desde una masa de 3.0kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

Ladrillo N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		MÁXIMO (mm)
	1	2	1	2					
L-1	0.50	3.00	2.00	2.00	1.75	2.00	2.00	2.00	
L-2	2.00	3.00	2.00	4.00	2.50	3.00	3.00	3.00	
L-3	1.00	1.50	2.00	3.00	1.25	2.50	2.50	2.50	
L-4	4.00	2.50	3.00	1.00	3.25	2.90	3.25	3.25	
L-5	1.00	0.50	2.00	2.00	0.75	2.00	2.00	2.00	
L-6	3.00	2.00	2.50	1.00	2.50	1.75	2.50	2.50	
L-7	1.00	1.00	0.50	3.00	1.00	1.75	1.75	1.75	
L-8	4.00	5.00	2.00	3.00	4.50	2.50	4.50	4.50	
L-9	2.00	3.00	1.00	4.00	2.50	2.50	2.50	2.50	
L-10	3.50	4.00	5.00	2.00	3.75	3.50	3.75	3.75	
<b>PROMEDIO</b>					<b>2.30</b>	<b>2.35</b>	<b>2.38</b>		



MSc. Ing. Rubén Dato Arellano Lizma  
 INGENIERO CIVIL - REG. CENEP N° 16209  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz  
 Ref. Anexo de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 991 803 796 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20806748050 - Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marcas de Servicio Registrada por INDECOP: N° 03133832

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° 001-MATHLAB-2021

## MEDIDA DEL ALABEO

Ensayo de los ladrillos

NTP 339.013

**SOLICITA** : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
 : KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS** : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
 ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA** : 17 de marzo del 2022

**12.50%PI + 3.50%GPC**

### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a los muestros de unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante se pesaron dentro una masa de 3.0kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	6

Ladrillo N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		CARA SUPERIOR (mm)	CARA INFERIOR (mm)	MAXIMO (mm)
	1	2	1	2			
L-1	3.00	2.00	1.00	1.00	2.50	1.00	2.50
L-2	1.00	1.50	2.00	2.00	1.25	2.00	2.00
L-3	3.00	4.00	5.00	2.00	3.50	3.50	3.50
L-4	3.00	3.00	4.00	2.00	3.00	3.00	3.00
L-5	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00
L-6	5.00	0.00	3.00	2.00	5.50	2.50	5.50
L-7	2.00	2.00	0.50	0.50	2.00	0.90	2.00
L-8	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00
L-9	1.00	1.00	2.00	3.00	1.00	2.50	2.50
L-10	4.00	5.00	2.00	1.00	4.50	1.50	4.50
PROMEDIO					2.83	1.95	2.83



  
 Ing. Ruben Danilo Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. C.O. N° 162003  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1439 - Huancayo  
 Ref. Arco de la Escuela de Pezadero de la UNASAM  
 Sucesal. Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 991 936 786 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638  
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

BOLENE N° 01-MATHLAB-2021

### ABSORCIÓN

Ensayo de los ladrillos  
 NTP 339.603

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
 KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

### MUESTRA PATRON

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de abolladura fueron hechas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a los muestreos de unidades de abolladura proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de abolladura proporcionadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 3.9 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

#### Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

Ladrillo MP	F NATURAL (gr.)	PSECO (gr.)	PSATURADO (gr.)	ABSORCIÓN (%)
L - 1	3628.00	3628.00	4471.00	16.96
L - 2	3628.00	3625.00	4538.00	15.62
L - 3	3668.00	3663.00	4462.00	15.75
L - 4	3846.00	3841.00	4482.00	16.69
L - 5	3885.00	3888.00	4501.00	15.77
L - 6	3940.00	3935.00	4534.00	15.19
PROMEDIO				15.98



Sc. Ing. Ruben Blago Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 18292  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1438 - Huaraz  
 Ref. Armas de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 991 800 794 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606740050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 60133636

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° EI-001-MATHLAB-2022

## ABSORCIÓN

Ensayo de los ladrillos  
NTP 339.613

**SOLICITA** : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TEMA** : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA** : 17 de marzo del 2022

**3.50%PI + 0.50%CPC**

### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron hechas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a las muestras de unidades de alfarería proporcionada por el solicitante.
- Las unidades de alfarería proporcionada por el solicitante en promedio tienen una masa de 391g
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

DN =

Ladrillo N°	P NATURAL (gr.)	PSECO (gr.)	PSATURADO (gr.)	ABSORCIÓN (%)
L - 1	3581.00	3581.00	4142.00	16.32
L - 2	3448.00	3434.00	3981.00	15.93
L - 3	3488.00	3481.00	4022.00	16.21
L - 4	3588.00	3559.00	4159.00	16.86
L - 5	3410.00	3371.00	4044.00	19.98
L - 6	3831.00	3581.00	4129.00	15.95
PROMEDIO				16.87



*[Firma manuscrita]*

Ing. Ruben Darío Aranda Loza  
INGENIERO CIVIL - Reg. CV 10-10322  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antep de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chaori Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 800 796 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20406746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 60153936

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

INTERNO N° 001-MATHLAB-2022

## ABSORCIÓN

Ensayo de los ladrillos  
NTP 339.613

**SOLICITA** : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS** : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA** : 17 de marzo del 2022

**6.50%PI + 1.50%CPC**

### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron trabajadas al momento por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a las muestras de unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 394g
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	R (cm)
24	13	8

DN =

Ladrillo N°	P NATURAL (gr.)	PSECO (gr.)	PSATURADO (gr.)	ABSORCIÓN (%)
L - 1	3581.00	3580.00	4190.00	17.70
L - 2	3438.00	3426.00	3976.00	16.84
L - 3	3480.00	3455.00	4040.00	16.93
L - 4	3580.00	3558.00	4183.00	17.57
L - 5	3482.00	3360.00	4088.00	21.67
L - 6	3830.00	3589.00	4220.00	18.24
PROMEDIO				18.02



Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
Ingeniero Civil, Reg. Civil 13032  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chaora Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 800 796 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050. Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOP N° 30133634

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

INTERNO N° 01-001-MATHLAB-2023

### ABSORCIÓN

#### Ensayo de los ladrillos

#### NTP 339.613

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TEMA :** "COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**9.50%PI + 2.50%CPG**

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron hechas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a las muestras de unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante se sometió a un peso seco de 25 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

#### Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

DN =

Ladrillo N°	P NATURAL (gr.)	P SECO (gr.)	P SATURADO (gr.)	ABSORCIÓN (%)
L - 1	3216.00	2998.00	3073.00	22.93
L - 2	3100.00	3085.00	3081.00	18.29
L - 3	3192.00	3081.00	3755.00	21.88
L - 4	3113.00	3100.00	3088.00	18.97
L - 5	3099.00	3079.00	3720.00	20.86
L - 6	3126.00	3106.00	3707.00	19.35
PROMEDIO				20.38



MSc. Ing. Rubén Darío Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. O.P. N° 102829  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huancayo  
Ref. Antes de la Escuela de Postgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 860 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20506746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

FORMA N° 01-03-MATHLAB-2020

### ABSORCIÓN

Ensayo de los ladrillos  
NIP 339.613

**SOLICITA** : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS** : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA** : 17 de marzo del 2022

**12.50%PI + 3.50%CPC**

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron tratadas al liberarse por el edificio.
- El resultado de los ensayos corresponde a los muestros de unidades de albañilería proporcionadas por el edificio.
- Las unidades de albañilería proporcionadas por el edificio en posesión de una masa de 2.3 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	6

Ladrillo N°	P NATURAL (gr.)	PSECO (gr.)	PSATURADO (gr.)	ABSORCIÓN (%)
L - 1	3520.00	3500.00	4195.00	18.71
L - 2	3412.00	3427.00	4076.00	18.94
L - 3	3398.00	3370.00	4198.00	21.86
L - 4	3387.00	3417.00	4150.00	21.45
L - 5	3391.00	3423.00	4172.00	21.88
L - 6	3401.00	3433.00	4213.00	22.72
PROMEDIO				20.89



Ing. Rubén Darío Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP 45-10239  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huancá  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 60133638  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

FORME N° 01-MATHLAB-003  
**RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)**  
Ensayo de los ladrillos  
NTP 338.613

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOLD SEVILLANO CALIXTO  
TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".  
FECHA : 17 de marzo del 2022

### MUESTRA PATRON

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron hechas al laboratorio por el solicitante
- El resultado de los ensayos corresponde a los muestros de unidades de alfarería preparadas por el solicitante.
- Las unidades de alfarería preparadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 3.9kg
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente

#### Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	6

DN =

Ladrillo N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	VOLUMEN (ml)		SUCCIÓN (%)
				V <sub>abs</sub>	V <sub>max</sub>	
L-1	23.60	13.65	7.90	2500.00	2390.00	116.36
L-2	24.35	14.02	7.75	2500.00	2380.00	90.92
L-3	24.21	13.72	7.86	2500.00	2380.00	91.41
L-4	24.25	13.81	7.63	2500.00	2380.00	95.60
L-5	24.38	13.89	7.62	2500.00	2405.00	96.15
L-6	24.29	13.66	7.81	2500.00	2395.00	92.40
PROMEDIO						76.48



Ing. Ruben Darío Amador Leiva  
INGENIERO CIVIL - RNP, CAP N° 105350  
Especialista en Estudios y Obras de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
 RUC: 20606746250 - Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
 Marca de Servicio Registrada por INDECOP: N° 00133631  
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INTERNO N° 01-001-MATHLAB-2021  
**RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)**  
 Ensayo de los ladrillos  
 NIP 339.63

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
 KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**3.50%PI + 0.50%GPC**

**OBSERVACIONES**

- Las unidades de ensayo fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a las muestras de unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante se promedio tienen una masa de 3.0kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

**Dimensiones Especificadas**

L (cm)	A (cm)	H (cm)
34	13	8

Ladrillo N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	VOLUMEN (ml)		SUCCIÓN (%)
				V <sub>vac</sub>	V <sub>max</sub>	
L-1	23.92	13.39	7.52	2500.00	2385.00	84.27
L-2	23.58	13.05	7.51	2500.00	2389.00	71.50
L-3	24.00	13.47	7.81	2500.00	2388.00	81.85
L-4	23.60	13.19	7.55	2500.00	2358.00	91.27
L-5	23.65	13.41	7.87	2500.00	2443.00	37.83
L-6	23.68	13.18	7.57	2500.00	2425.00	47.64
<b>PROMEDIO</b>						<b>88.03</b>



*[Firma]*  
 MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Lima  
 INGENIERO CIVIL - Reg. Civil N° 10330  
 INGENIERIA en Edificación y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746950 - Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOP, N° 00133631

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión, ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° 01-001-MATHLAB-2022

### RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)

Ensayo de los ladrillos

NTP 339.613

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS :** "COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**6.50%PI + 1.50%CPG**

#### OBSERVACIONES

- Los ladrillos de adobe fueron traídos al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a los resultados de ladrillos de adobe traídos por el solicitante.
- Los ladrillos de adobe traídos por el solicitante en promedio tienen una masa de 3.9 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

DN =

Ladrillo N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )		SUCCIÓN (%)
				V <sub>real</sub>	V <sub>nom</sub>	
L-1	24.02	13.32	7.87	2500.00	2304.00	122.50
L-2	23.81	13.31	7.48	2500.00	2410.00	57.28
L-3	23.61	13.56	7.43	2500.00	2425.00	47.08
L-4	24.23	13.45	7.89	2500.00	2360.00	85.88
L-5	24.14	13.29	7.59	2500.00	2340.00	89.03
L-6	23.73	13.58	7.83	2500.00	2420.00	49.64
PROMEDIO						76.90



Ing. Ruben Darío Uranda Leiva  
Ingeniero Civil - Reg. CP N° 18618  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1436 - Huaraz  
Ref. Antos de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 860 796 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 - Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marcas de Servicio Registrada per INDECOPI N° 60133633

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

FORMA N° 01-2014-MATHLAB-2021

## RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)

Ensayo de los ladrillos

NTP 339.613

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
**:** KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
 ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**0.50%PI + 2.50%CPG**

### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron fabricadas en laboratorio por el solicitante
- El resultado de los ensayos corresponden a las medidas de unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante
- Las unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante en conjunto fueron una masa de 2.8 kg
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente

Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

Ladrillo N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )		SUCCION (%)
				V <sub>nom</sub>	V <sub>real</sub>	
L-1	23.08	13.27	7.83	2500.00	2405.00	58.89
L-2	24.00	13.20	8.06	2500.00	2415.00	53.22
L-3	23.05	13.21	7.95	2500.00	2425.00	47.42
L-4	24.11	13.21	7.86	2500.00	2403.00	68.82
L-5	24.00	13.36	7.92	2500.00	2426.00	48.80
L-6	24.04	13.27	7.88	2500.00	2380.00	68.88
<b>PROMEDIO</b>						<b>56.88</b>



**Ing. Rubénberto Aranda Leiva**  
 INGENIERO CIVIL - Reg. COPI N° 102820  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1433 - Huanaz  
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
 Sucursal: Av. Chacra Centro 137D - Comas - Lima - Lima  
 Celular: 911 831 731 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOP N° 30133638  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° EI-801-MATHLAB 0021

### RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)

#### Ensayo de los ladrillos

NIP 339.603

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y GENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

**12.50%PI + 3.50%GPC**

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a los ensayos de unidades de alfarería preparadas por el solicitante.
- Las unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 2.9 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

#### Dimensiones Especificadas

L (cm)	A (cm)	H (cm)
24	13	8

Ladrillo N°	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	VOLUMEN (ml)		SUCCION (%)
				V <sub>real</sub>	V <sub>nom</sub>	
L - 1	23.85	13.41	7.79	2580.00	2390.00	68.52
L - 2	23.82	13.21	7.92	2500.00	2385.00	73.12
L - 3	24.21	13.25	7.64	2500.00	2405.00	69.24
L - 4	23.81	13.17	7.94	2500.00	2401.00	62.86
L - 5	23.91	13.16	7.88	2500.00	2300.00	76.30
L - 6	24.17	13.17	7.81	2500.00	2387.00	71.04
PROMEDIO						68.51



Ing. Ruben Denis Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. O.P.N. 102679  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Bucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 600 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 60133638  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° EI-003-MATHLAB-2021

### PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE LADRILLOS

Ensayo de los ladrillos  
NTP 339.613

**SOLICITA** : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TESIS** : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA** : 17 de marzo del 2022

#### MUESTRA PATRON

##### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a las muestras de unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 3.9 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.



Ladrillo N°	DIMENSIONES (cms.) L x A x H.			Area Total (cm <sup>2</sup> )	Area de Huecos (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg.)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	X - $\bar{X}$
M-1	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	14,380.09	46.1	12
M-2	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	16,443.07	52.7	3
M-3	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	17,114.78	54.9	-5
M-4	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	15,375.31	49.3	-1
M-5	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	15,402.21	49.4	-10
Resistencia Promedio =								50.5	Kg/cm <sup>2</sup>



  
MSc. Ing. Rubén Dario Aranda Leiva  
INGENIERO EN CIENCIAS - INDECOPI N° 10230  
Especialista en Calidad y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1410 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
Catular: 991 300 798 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOP N° 03133633

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° EL-001-MATHLAB-2021

## PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE LADRILLOS

Ensayo de los ladrillos

NTP 339.613

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

**3.50%PI + 0.50%CPC**

### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a los maestros de unidades de albañilerías proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 3.9 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.



Ladrillo N°	DIMENSIONES (cms.) L x A x H.			Area Total (cm <sup>2</sup> )	Area de Huecos (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg.)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	X - $\bar{X}$
M-1	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	5,998.12	19.2	-3
M-2	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	16,545.78	53.0	11
M-3	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	18,272.80	58.6	-5
M-4	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	21,999.25	70.5	13
M-5	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	19,122.32	61.3	-16
<b>Resistencia Promedio =</b>								<b>52.5</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>



Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. COP N° 16259  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Centro 1370 - Conas - Lima - Lima  
Celular: 991 880 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20506746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 80133631  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° EI-028-MATHLAB-2021

### PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE LADRILLOS

Ensayo de los ladrillos  
NTP 339.613

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

**6.50%PI + 1.50%CPC**

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a las muestras de unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 2.9 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.



Ladrillo N°	DIMENSIONES (cms.) L x A x H.			Area Total (cm <sup>2</sup> )	Area de Huecos (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg.)	RESISTENCIA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	X - $\bar{X}$
M-1	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	14,009.36	44.9	7
M-2	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	15,455.68	49.5	8
M-3	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	20,697.59	66.3	9
M-4	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	22,867.23	73.3	-10
M-5	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	13,535.39	43.4	-14
<b>Resistencia Promedio =</b>								<b>55.5</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>



Ing. Ruben Dario Baranda Luján  
Ingeniero Civil - Reg. Cole N° 152996  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1439 - Huancayo  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 960 798 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOP N° 80131838  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° B-03-MATHLAB-2021

### PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE LADRILLOS

Ensayo de los ladrillos  
NTP 339.613

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

9.50%PI + 2.50%GPC

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a las muestras de unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 3.9 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.



Ladrillo N°	DIMENSIONES (cms.) L x A x H.			Area Total (cm <sup>2</sup> )	Area de huecos (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	$\bar{X} - \bar{X}$
M-1	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	13,234.01	42.4	7
M-2	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	13,678.68	43.8	8
M-3	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	15,123.11	48.5	9
M-4	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	17,865.67	57.3	-10
M-5	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	15,901.28	48.6	-14
<b>Resistencia Promedio =</b>								<b>48.6</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>



Ing. Rubén Dario Branda Lopez  
Ingeniero Civil - Reg. Cte. N° 18299  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1438 - Huazas  
Ref. Antes de la Escuela de Postgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 880 796 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 80133631

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 3001 e ISO 45001

INFORME N° EI-001-MATHLAB-2021

## PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE LADRILLOS

Ensayo de los ladrillos  
NTP 339.613

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

**12.50%PI + 3.50%GPC**

### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a las muestras de unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante.
- Las unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante en promedio tienen una masa de 3.9 kg.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.



Ladrillo N°	DIMENSIONES (cms.) L x A x R.			Area Total (cm <sup>2</sup> )	Area de Huecos (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg.)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	X - X'
M-1	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	12,236.89	39.2	7
M-2	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	14,189.56	45.5	8
M-3	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	16,942.72	54.3	9
M-4	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	13,200.91	42.3	-10
M-5	24.00	13.00	8.00	312.00	0.00	312.00	12,456.24	39.9	-14
<b>Resistencia Promedio =</b>								44.2	Kg/cm <sup>2</sup>



Ing. Ruben Diano Aranda Lora  
INGENIERO CIVIL - Reg. C.O. N° 192099  
Especialista en Energía y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1431 - Huanza  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Ciego 137D - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 880 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050. Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133633  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° 01-001-MATHLAB-2021

## PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE LADRILLOS

Ensayo de Pilas de ladrillos  
NTP 339.605 - 2018

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

### MUESTRA PATRON

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a las muestras de unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

PIA N°	DIMENSIONES (cms.) L / A / AL			Area Total (cm <sup>2</sup> )	Area de Huecos (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg.)	RESISTENCIA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	X - X
P - 1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	17,639.66	56.5	-1
P - 2	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	14,012.26	44.9	1
P - 3	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	15,845.00	50.8	0
Resistencia Promedio =								50.7	Kg/cm <sup>2</sup>



Ing. Roberth Dario Aminda Leiva  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP N° 103209  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Postgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 830 796 / Correo: rubeinmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20608746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marcá de Servicio Registrada por INDECOPI N° 30133638

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° 01-00-MATHLAB-2021

## PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE LADRILLOS

Ensayo de Pilas de ladrillos

NTP 339.605 - 2018

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

**3.50%PI + 0.50%CPG**

### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron tratadas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a las muestras de unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Nº	DIMENSIONES (cms.) L / A / AL			Area Total (cm <sup>2</sup> )	Area de Huecos (cm <sup>2</sup> )	AREA META (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	$\bar{X} - \bar{X}$
P - 1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	15,994.89	51.3	20
P - 2	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	13,745.26	44.1	19
P - 3	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	14,084.26	45.1	20
<b>Resistencia Promedio =</b>								<b>46.8</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>



Ing. Rubén César Fernández Jara  
INGENIERO CIVIL - Reg. RNP N° 100832  
Especialista en Enfoques y Criterios de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Almacén de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chazra Cerna 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 981 600 796 | Correo: rubezmthlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20605746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° EL-004-MATHLAB-2023

### PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE LADRILLOS

Ensayo de Pilas de ladrillos  
NTP 339.605 - 2018

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

**6.50%PI + 1.50%GPC**

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron hechas al laboratorio por el solicitante.
- EL resultado de los ensayos corresponden a las muestras de unidades de alfarerías proporcionadas por el solicitante.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Pila N°	DIMENSIONES (cms.) L / A / H.			Area Total (cm <sup>2</sup> )	Area de Huecos (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	RESISTENCIA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	X - $\bar{X}$
P - 1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	13,985.09	44.8	4
P - 1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	11,013.94	35.3	4
P - 1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	12,996.38	41.7	4
Resistencia Promedio =								40.6	Kg/cm <sup>2</sup>



Ing. Ruben Darío Aranda Linares  
INGENIERO CIVIL - Reg. C.O. N° 162870  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chocra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 800 736 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 09133638  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° EI-001-MATHLAB-2021

### PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE LADRILLOS

Ensayo de Pilas de ladrillos  
NTP 339.605 - 2018

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

9.50%PI + 2.50%GPC

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de alfarería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponden a las muestras de unidades de alfarería proporcionadas por el solicitante.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Pila N°	DIMENSIONES (cms.) L x A x H			Area Total (cm <sup>2</sup> )	Area de Huecos (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	RESISTENCIA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	X - $\bar{X}$
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	11,941.11	38.3	4
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	12,027.93	38.6	4
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	11,278.91	36.2	4
Resistencia Promedio =								37.7	Kg/cm <sup>2</sup>



Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CP N° 15289  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huanaz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050. Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 03133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° EI-03-MATHLAB-2022

### PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESION DE LADRILLOS

Ensayo de Pilas de ladrillos  
NTP 339.605 - 2018

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

**12.50%PI + 3.50%GPC**

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- EL resultado de los ensayos corresponden a las muestras de unidades de albañilerías proporcionadas por el solicitante.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Pila N°	DIMENSIONES (cms.) L / A / H.			Area Total (cm <sup>2</sup> )	Area de Huecos (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	X - $\bar{X}$
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	10,624.12	34.1	4
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	12,090.03	38.8	4
P-1	24.00	13.00	27.00	312.00	0.00	312.00	11,821.52	37.9	4
Resistencia Promedio =								36.9	Kg/cm <sup>2</sup>



Ing. Rubén Darío Aranda Lave  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 16339  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz  
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chaora Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima  
Celular: 991 800 796 / Correo: ribenmathlab@gmail.com





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles.  
RUC: 2094749331 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Plan de Servicio Registrado por INDECOPI N° 09133838  
MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Duplica de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

FORMA N° 01-00-MATHLAB-2021

## ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERIA

Ensayo de Muretes de Albañilería  
NTP 399.621

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

### MUESTRA PATRON

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a los muretes de unidades de albañilería proporcionadas por el solicitante.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Muestra N°	DIMENSIONES (cm) L x A x T			Diagona (mm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA COMPRESIVA (V M promedio)	X - X
M-1	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.80	1017.80	8,800.12	8.5	0
M-2	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.80	1017.80	8,027.98	5.9	0
M-3	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.80	1017.80	6,000.78	5.9	0
<b>Resistencia Promedio V M<sup>®</sup></b>								<b>6.1</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>



Ing. Kelvin Darío Amante Leiva  
Ingeniero Civil - Ing. Control de Calidad  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Director: Jr. Simón Bolívar N°1408 - Huaral





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 30004748033 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 88131634  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Depósito de la Oficina de Gestión: BO 3831 e BO 42611

INFORME N° EL-001-MATHLAB-2021

### ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERIA

Ensayo de Muretes de Albañilería  
NTP 399.621

**SOLICITA :** TONY ATELIO HUAYANAY TRIJILLO  
KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

**TEMA :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LAORILLO ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**3.50%PI + 0.50%CPG**

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron tratadas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a los resultados de unidades de albañilería proporcional por el solicitante.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Muestra	DIMENSIONES (cm.)			Diagonal	AREA	AREA	CARGA	RESISTENCIA	X - X
Nº	L	A	TE	(cm.)	(cm <sup>2</sup> )	NETA	(kg)	COMPRESION	
						(cm <sup>2</sup> )		V'M (kg/cm <sup>2</sup> )	
M-1	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	6,400.46	6.3	0
M-2	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	6,200.02	6.1	0
M-3	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	6,967.78	6.8	0
Resistencia Promedio V'M=								6.4	Kg/cm <sup>2</sup>



Ing. Evelyn Doris Aranda Lima  
INGENIERO CIVIL - PUNTA CANE  
Especialista en Edifica y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1436 - Huancayo  
Ref. Arco de la Escuela de Postgrado de la UNASAM  
Sucursal: Av. Chicra Cerro 1170 - Cerros - Lima - Lima





# MATHLAB

## INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles  
RUC: 20036748053 - Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE  
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 48120434  
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Corporación de los Sistemas de Gestión ISO 9001 y ISO 45001

FORMA N° 01-000-MATHLAB-2021

### ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERIA

Ensayo de Muretes de Albañilería  
NTP 399.621

SOLICITA : TONY ATILIO HUAYANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

6.50%PI + 1.50%CPC

#### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron fabricadas en el laboratorio por el solicitante.
- El resultado de la ensayo corresponde a la muestra de unidades de albañilería proporcionada por el solicitante.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Murete N°	DIMENSIONES (cm.) L x A x E			Diagonal (cm.)	AREA (cm <sup>2</sup> )	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESISTENCIA COMPRESION V'M (Kg/cm <sup>2</sup> )	X - X
M-1	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.00	5,790.93	5.7	0
M-2	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.00	5,938.11	5.8	0
M-3	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.00	6,200.98	6.1	0
Resistencia Promedio V'M=								5.9	Kg/cm <sup>2</sup>



  
Ing. Evelyn Dora Aranda Lema  
INGENIERO CIVIL - REG. COLEGIO  
Especialista en Estructas y Control de Calidad



Dirección: Av. Siles Bolívar N°1430 - Huancayo  
Ref. Antes de la Escuela de Pasajero de la UNASAM  
Bucarama: Av. Olaya Carró 1370 - Cusco - Lima - Lina





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20696744030 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 68103633

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L., Depo. de la Oficina de Gestión ISO 9001 y ISO 45001

FORMA N° 01-001-MATHLAB-2021

## ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERIA

Ensayo de Muretes de Albañilería  
NTP 399.621

SOLICITA : TONY ATILIO HUJAY ANAY TRUJILLO  
: KELVIN ARNOL SEVILLANO CALIXTO

TESIS : "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

FECHA : 17 de marzo del 2022

**9.50%PI-3.50%CPG**

### OBSERVACIONES

- Las unidades de albañilería fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a la muestra de unidades de albañilería proporcionada por el solicitante.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Muestra	DIMENSIONES (cm.)			Diagonal	AREA	AREA	CARGA	RESISTENCIA	$\bar{X} - \bar{X}$
N°	L	A	FE	(cm.)	(cm²)	NETA	(kg)	COMPRESION	
	L / A / FE					(cm²)		V/M (kg/cm²)	
M-1	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	5,533.70	5.4	0
M-2	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	4,928.12	4.8	0
M-3	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.60	5,687.00	5.6	0
Resistencia Promedio V/M=								5.3	Kg/cm²



Ing. Evelyn Doris Aranda Luna  
INGENIERO CIVIL - PUNTA CAJON 2009  
Especialista en Estructuras y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Puercas  
Ref. Antes de la Escuela de Postgrado de la UNASAM  
Bucaramá Av. Chakra Carró 1370 - Concha - Lima - Lima





# MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 2003246030 - Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marcas de Servicio Registradas por INDI COPRI N° 4412434

MATHLAB Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Seguro de Crédito: ISO 9891 a 60 4581

INFORME N° EL-020-MATHLAB-2022

## ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERIA

Ensayo de Muretes de Albañilería  
NTP 399.621

**SOLICITA :** TONY ATILIO HUAYANAY TRIJILLO  
KELVIN ARNOL SEMILLANO CALIXTO

**TEMA :** "COMPORTAMIENTO FISICO-MECANICO EN MUROS PORTANTES DE LADRILLO  
ADICIONANDO PAJA DE ICHU Y CENIZA DE PAJA DE CEBADA, ANCASH, 2022".

**FECHA :** 17 de marzo del 2022

**12.50%PI + 3.50% CPC**

### CONSIDERACIONES

- Las unidades ensayadas fueron traídas al laboratorio por el solicitante.
- El resultado de los ensayos corresponde a la muestra de unidades de albañilería proporcionada por el solicitante.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

Muestra	DIMENSIONES (cm.)			Diagonal	AREA	AREA	CARGA (kg)	RESISTENCIA	X - X
N°	L	A	T/C	(cm.)	(cm <sup>2</sup> )	NETA	(kg)	COMPRESION	
						(cm <sup>2</sup> )		V'M (kg/cm <sup>2</sup> )	
M-1	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.00	3,693.79	3.6	0
M-2	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.00	3,912.08	3.8	0
M-3	55.50	55.50	13.00	78.28	1017.60	1017.00	4,102.99	4.0	0
Resistencia Promedio V'M=								3.8	Kg/cm <sup>2</sup>



Ing. Evelyn Orrego Aranda Lemos  
INGENIERO CIVIL - RNP - OSCE  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: J. Santa Bárbara N°1436 - Huancayo  
Ref. Antas de la Escuela de Posgrado de la UNASAM  
Bucaramá Av. Chicra Cerro 1370 - Cerro - Lima - Lima



## Anexo 07: Normativa



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio de  
Vivienda y Urbanismo

Dirección Nacional  
de Urbanismo

**ICI INGESOFT**

NORMA TÉCNICA

**ESTRUCTURAS**

**E.070**

**ALBAÑILERÍA**

## Artículo 5.- UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

### 4. Pruebas:

- a) Muestreo.
- b) Resistencia a la Compresión (NTP 399.613 y NTP 339.604).
- c) Variación Dimensional (NTP 339.613 y NTP 339.604).
- d) Alabeo (NTP 339.613).
- e) Absorción (NTP 339.613 y NTP 339.613).



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio de  
Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional  
de Construcción

## **UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería**

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work

**2017-12-27**  
**2ª Edición**

R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03

Precio basado en 34 páginas

I.C.S.: 81.080

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptor: Absorción, resistencia a la compresión, eflorescencia, congelamiento y descongelamiento, rapidez inicial de absorción, cambio de longitud, módulo de rotura, descuadre, muestreo, tamaño, área de vacíos, alabeo

# **NORMAS PARA MURETES DE ALBAÑILERÍA**

## **NTP 399.621**

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 399.621  
2004

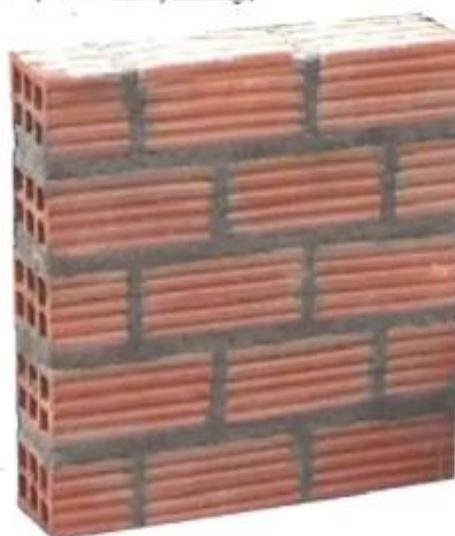
Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Línea 41) Aportado 145

Lima, Perú

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de  
compresión diagonal en muretes de albañilería

MASONRY UNITS. Test method for diagonal compression in masonry assemblies

2004-06-10  
1ª Edición



R.0058-2004/INDECOPI-CRT. Publicada el 2004-07-02

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 91.100.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Resistencia en compresión, carga diagonal, resistencia a compresión diagonal (parte), tracción diagonal, muretes de albañilería, unidades de albañilería, mortero, cortante, esfuerzo cortante

NORMA TÉCNICA

NTP 399.604

PERUANA

2002



Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

## UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing concrete masonry units

2002-12-05

1ª Edición

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 399.605  
2013**

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Normas Comerciales no Arancelarias - INDECENP  
Calle de La Prosa 304, San Berja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

---

## **UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería**

*MASONRY UNITS. Test methods for compressive strength of masonry prisms*

**2013-01-09  
2ª Edición**

---

R.0002-2013/ENB-INDECENP. Publicada el 2013-01-09

Precio basado en 18 páginas

ICLS: 91.100.01

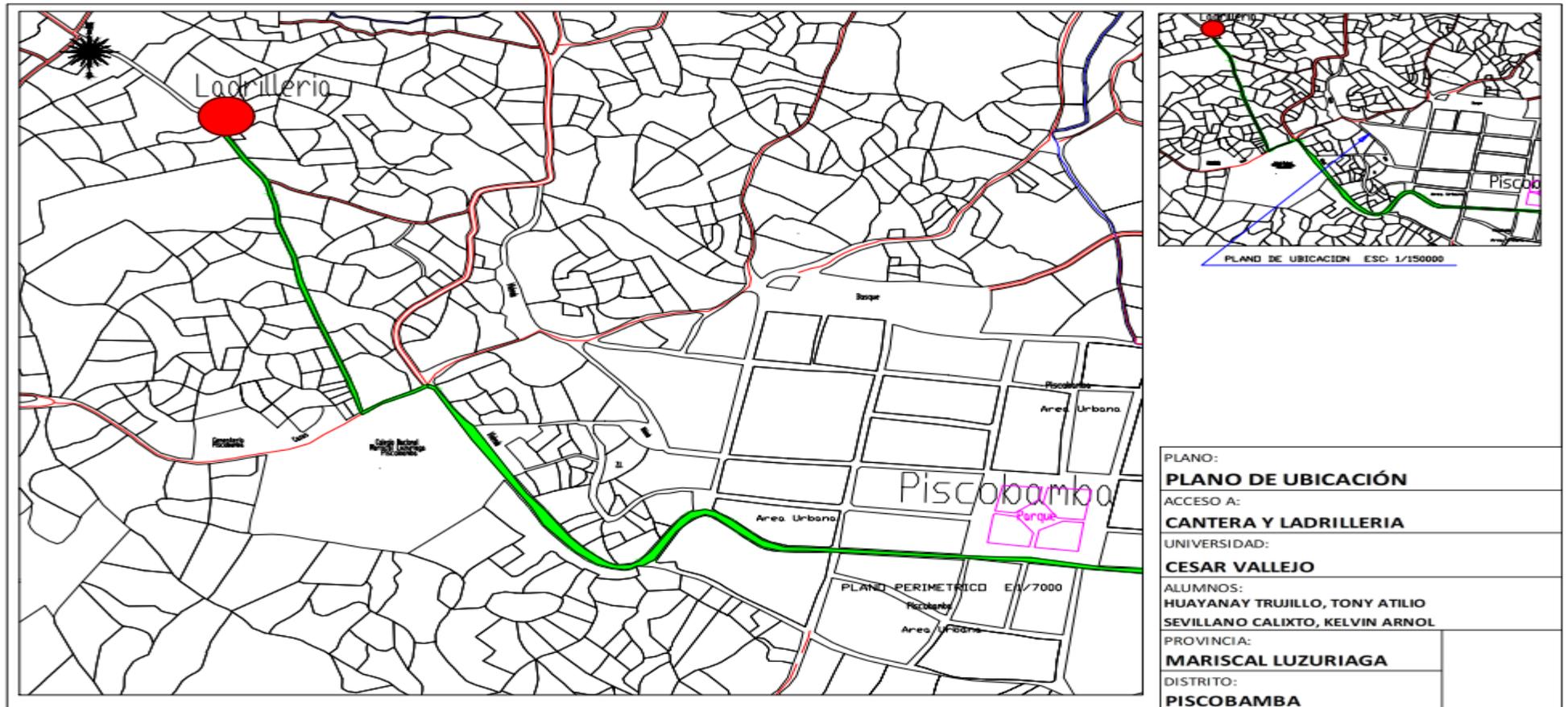
**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descripción: Unidades de albañilería, resistencia a la compresión, prismas, ensayo

© INDECENP 2013

## Anexo 08: Mapas y planos

### PLANO DE UBICACIÓN Y ACCESO A LA CANTERA Y LADRILLERÍA – PISCOBAMBA - ANCASH



## Anexo 9: Panel fotográfico



**Fotografía 01:** Material de arcilla



**Fotografía 02:** Preparación de material arcilla



**Fotografía 03:** Preparación de la Mezcla con Arcilla



**Fotografía 04:** Preparación de la Mezcla con Arcilla



**Fotografía 05:** Adición de Paja de Ichu



**Fotografía 06:** Adición de Paja de Ichu



**Fotografía 07:** Adición de ceniza de paja de cebada



**Fotografía 08:** Preparación de la Mezcla con Arcilla con adición de paja de ichu y ceniza paja de cebada



**Fotografía 09:** Preparación de la mezcla con arcilla



**Fotografía 10:** Arena fina en el molde de ladrillo.



**Fotografía 11:** Moldeado de ladrillo



**Fotografía 12:** Moldeado de ladrillo



**Fotografía 13:** Nivelación con madera el moldeado del ladrillo



**Fotografía 14:** Elaboración del ladrillo



**Fotografía 15:** Elaboración del ladrillo



**Fotografía 16:** Elaboración del ladrillo



**Fotografía 17:** Secado de ladrillo en temperatura normal



**Fotografía 18:** Colocación de ladrillo en el hornillo artesanal



**Fotografía 19:** Colocación de ladrillo en el hornillo artesanal



**Fotografía 20:** hornillo ladrillera



**Fotografía 21:** Quemado de ladrillo en el hornillo artesanal



**Fotografía 22:** Proceso de quemado de ladrillo en el hornillo artesanal



**Fotografía 23:** Retirado de ladrillo del hornillo



**Fotografía 24:** Transporte de ladrillo al laboratorio posterior realizar los ensayos.



**Fotografía 25:** Ensayo de variación dimensional



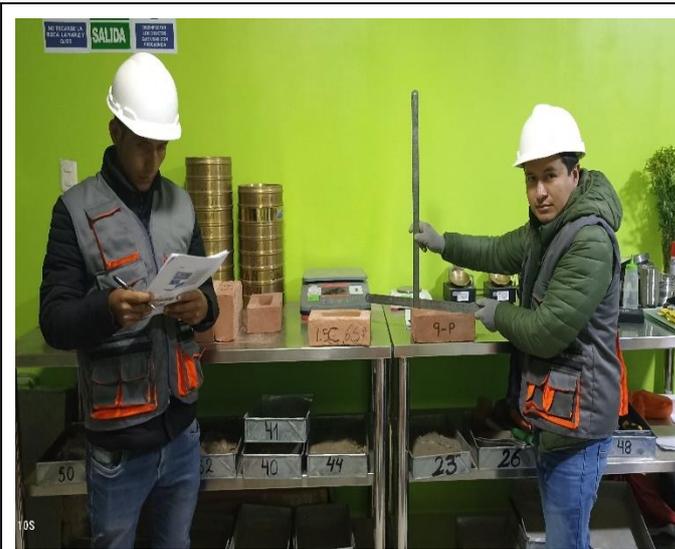
**Fotografía 26:** Ensayo de variación dimensional



**Fotografía 27:** Ensayo de variación dimensional



**Fotografía 28:** Ensayo de Alabeo



**Fotografía 29:** Ensayo de alabeo



**Fotografía 30:** Realizando el peso del ladrillo para el ensayo de Porcentaje de absorción



**Fotografía 31:** Ensayo de Porcentaje de Absorción.



**Fotografía 32:** Ensayo de Porcentaje de Absorción.



**Fotografía 33:** Ensayo de succión



**Fotografía 34:** Adición de agua para el ensayo de succión



**Fotografía 35:** Ensayo de succión



**Fotografía 36:** Ensayo de succión



**Fotografía 37:** Ensayo de resistencia a compresión simple



**Fotografía 38:** Ensayo de resistencia a compresión simple



**Fotografía 39:** Elaboración de las pilas



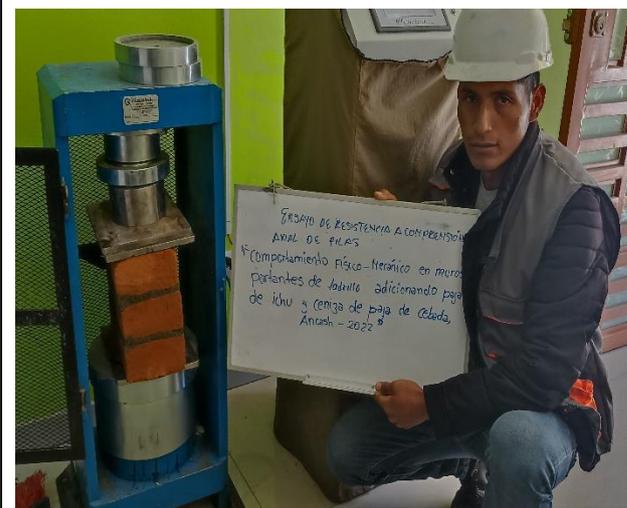
**Fotografía 40:** nivelación de las pilas



**Fotografía 41:** Elaboración de las pilas



**Fotografía 42:** Elaboración de las pilas



**Fotografía 43:** Ensayo de Resistencia a compresión Axial



**Fotografía 44:** Ensayo de Resistencia a compresión Axial

## Anexo 10: Confiabilidad

	<b>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD NTP-ISO/IEC 17025</b>		<b>EMPRESA HOMOLOGADA</b>
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>			
<b>EXPEDIENTE</b>	: EXP - 5468ET1 - 2022	<b>Nº DE CERTIFICADO</b>	MT - 0190 - 2022
<b>SOLICITANTE</b>	: MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.		
<b>Dirección</b>	: Jr. Simón Bolívar No. 1430 Barrio de Wilton Alto Ancash - Huanaz - Huanaz	METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.	
<b>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
<b>Marca</b>	: METROTEST	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.	
<b>Modelo</b>	: MC-160	Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.	
<b>Nº de serie</b>	: 250	METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
<b>Rango</b>	: 1000 kN		
<b>Resolución</b>	: 0,01 kN		
<b>Código de identificación</b>	: No indica		
<b>Tipo de indicación</b>	: Digital		
<b>Procedencia</b>	: Perú		
<b>Ubicación</b>	: Laboratorio de Mathlab		
<b>Dirección de fuerza</b>	: Compresión		
<b>FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN</b>			
<b>Fecha de calibración</b>	: 2022 - 01 - 12		
<b>Fecha de emisión</b>	: 2022 - 01 - 14		
<b>Lugar de calibración</b>	: Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.		
<b>MÉTODO DE CALIBRACIÓN</b>			
Para la calibración se tomó como referencia la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 Calibración y verificación de máquinas de ensayos estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza. (ISO 7500-1:2018).			
			
	Denisse Gamarra Rodríguez Gerente Técnico		
			Página 1 de 3
 <a href="http://www.metrindust.com.pe">www.metrindust.com.pe</a>	 <a href="mailto:informes@metrindust.com.pe">informes@metrindust.com.pe</a>		
 Calle Los Jazmines Mz. G Lt. 13 El Agustino, Lima.	 915972598   917607794 998699562   925033922   945111762		

Certificado : MT - 0190 - 2022

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,9 °C	20,9 °C
Humedad Relativa	37 %hr	37 %hr

**TRAZABILIDAD**

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de PUCP	Celda de 100 1	INF - LE 171 - 21 /VC

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Dirección de Carga : **Compresión**

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo	Indicación en el instrumento de medición de fuerza patrón							Error de Medición
	1ª Serie		2ª Serie		3ª Serie		4ª Serie - Accesorios	
	Ascenso	Ascenso	Ascenso	Descenso	Ascenso	Promedio		
%	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	
10%	100,00	99,284	99,289	99,286	---	---	99,286	0,714
20%	200,00	198,755	198,721	198,738	---	---	198,738	1,262
30%	300,00	298,279	298,256	298,268	---	---	298,268	1,732
40%	400,00	397,597	397,654	397,625	---	---	397,625	2,375
50%	500,00	497,868	497,839	497,853	---	---	497,853	2,147
60%	600,00	597,363	597,277	597,320	---	---	597,320	2,680
70%	700,00	696,767	696,727	696,747	---	---	696,747	3,253
80%	800,00	796,273	796,328	796,301	---	---	796,301	3,699

**Errores de Medición Relativos Encontrados en la Máquina de Ensayo**

Valor Nominal		Errores de Medición Relativos Encontrados en %					Incertidumbre del error de Indicación U(%) k=2	
		Indicación (%)	Repetibilidad (%)	Reversibilidad (%)	Resolución Relativa (%)	Error con Accesorios (%)		
%	kN	a	b	v	e			
10%	100	0,719	0,005	---	0,010	---	0,846	
20%	200	0,635	0,017	---	0,005	---	0,796	
30%	300	0,581	0,008	---	0,003	---	0,745	
40%	400	0,597	0,015	---	0,003	---	0,695	
50%	500	0,431	0,006	---	0,002	---	0,644	
60%	600	0,449	0,014	---	0,002	---	0,593	
70%	700	0,467	0,006	---	0,001	---	0,543	
80%	800	0,465	0,007	---	0,001	---	0,492	
Error relativo de cero (%) / a		0,000						

Página 2 de 3

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido Según la Norma ISO 7500-1				
	Indicación (%) a	Repetibilidad (%) b	Reversibilidad (%) v	Resolución Relativa (%) e	Error de Cero (%)
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva (CALBRADO).  
Módulo de Fuerza : Marca: CAMTECH ; Serie: MTT-004; Modelo: MID-001.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura (k = 2) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

\*\* FIN DEL DOCUMENTO \*\*

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

EXPEDIENTE : EXP - 5466ET1 - 2022

SOLICITANTE : MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L

Dirección : Jr. Simón Bolívar Nro.1430 Barrio De Villon Alto Ancash -  
Huaraz - Huaraz

EQUIPO DE CALIBRACIÓN : HORNO  
Marca : Metrotest  
Modelo : MD-43  
N° de Serie : 565  
Código de Identificación : No Indica  
Ubicación : Laboratorio De Mathlab  
Procedencia : Perú  
Tipo de Ventilación : Forzada  
Superficies Internas : 5

#### FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2022-01-11  
Fecha de emisión : 2022-01-14  
Lugar de calibración : Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA  
SISMORRESISTENTE E.I.R.L

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PO-018-“Procedimiento de  
Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio  
termostático” SINM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.

#### N° DE CERTIFICADO

MT - 0169 - 2022

METRINDUST S.A.C. Departamento de  
Metrología realiza calibraciones y  
certificaciones en metrología según  
procedimientos de calibración validados o  
normalizados.

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

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

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

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza  
de los perjuicios que pueda ocasionar el uso  
inadecuado de este equipo, ni de una  
incorrecta interpretación de los resultados de  
la calibración aquí declarados. El certificado  
de calibración sin firma y sello carece de  
validez.



Dennis Gamarra Rodríguez  
Gerente Técnico

Certificado : MT - 0189 - 2022

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	23,5 °C	23,3 °C
Humedad	58,0 %hr	58,0 %hr

**PATRONES DE REFERENCIA**

- 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
Patrones de referencia de INACAL - DM	Termómetro Digital	LT - 092 - 2021
Patrones de referencia de UNIMETRO	Multímetro Digital	CE - 135 - 2021
Patrones de referencia de INACAL - DM	Cronómetro de resolución de 0,001 s	LTF - C - 119 - 2021

**OBSERVACIÓN**

- Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el equipo cumple con los límites especificados de temperatura.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de precalentamiento y estabilización de 120 minutos.
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 5.
- La calibración se realizó con 10% de la carga típica.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**Especificaciones de los Instrumentos del equipo**

Descripción	Termómetro Controlador
Temperatura de trabajo (°C)	110 °C
Resolución (°C)	1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No Indica

Página 2 de 5

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

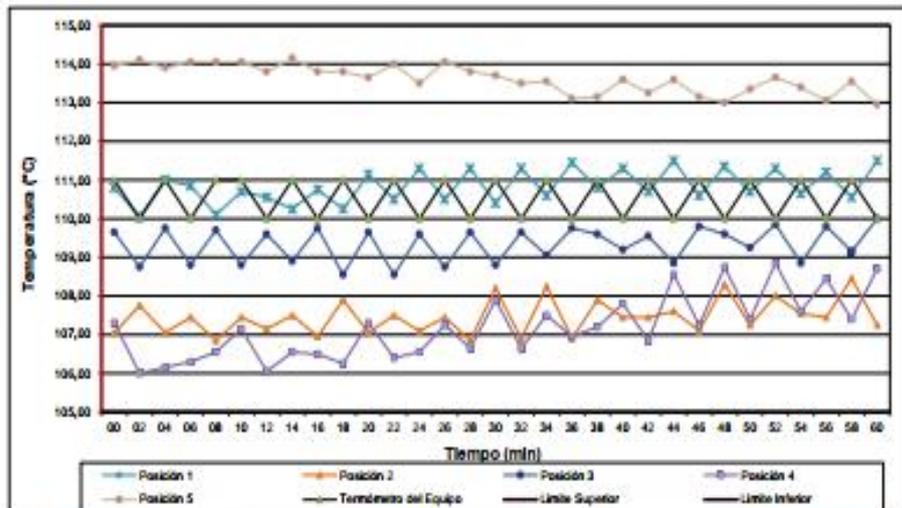
Tiempo ( min )	Tem. Del equipo ( °C )	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom ( °C )	Tmax-Tmin ( °C )
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	111,0	110,80	107,05	109,65	107,30	113,95	112,95	114,55	114,85	106,90	113,50	111,15	7,95
02	110,0	110,05	107,75	108,75	106,00	114,10	113,15	114,85	114,65	105,85	112,90	110,81	9,00
04	111,0	111,00	107,05	109,75	106,15	113,90	112,95	114,65	114,95	106,40	112,15	110,90	8,80
06	110,0	110,85	107,45	108,80	106,30	114,05	113,65	114,80	114,60	106,60	113,65	111,08	8,50
08	111,0	110,10	106,85	109,70	106,55	114,05	112,95	114,50	114,85	106,25	111,70	110,75	8,60
10	111,0	110,70	107,45	108,80	107,15	114,05	112,90	114,85	114,70	107,30	113,50	111,14	7,70
12	110,0	110,55	107,15	109,60	106,05	113,80	113,15	114,45	114,75	106,45	112,60	110,86	8,70
14	111,0	110,25	107,50	108,90	106,55	114,15	112,55	114,70	114,70	106,65	112,30	110,83	8,15
16	110,0	110,75	106,95	109,75	106,50	113,80	113,45	114,55	114,95	107,00	113,80	111,15	8,45
18	111,0	110,25	107,90	108,55	106,25	113,80	112,80	114,70	114,80	106,35	112,15	110,76	8,55
20	110,0	111,15	107,05	109,65	107,30	113,65	112,80	114,35	114,75	107,45	112,85	111,10	7,70
22	111,0	110,50	107,50	108,55	106,40	114,00	113,10	114,60	114,90	106,55	113,25	110,94	8,50
24	110,0	111,30	107,10	109,60	106,55	113,50	112,75	114,45	114,60	106,95	111,75	110,86	8,05
26	111,0	110,50	107,45	108,75	107,25	114,05	113,55	114,60	114,85	107,60	114,20	111,28	7,60
28	110,0	111,30	106,85	109,65	106,65	113,80	112,85	114,35	114,60	106,55	112,60	110,92	8,05
30	111,0	110,40	108,20	108,80	107,90	113,70	112,90	114,55	114,65	107,80	113,35	111,23	6,85
32	110,0	111,30	106,90	109,65	106,65	113,50	113,15	114,15	114,50	106,70	113,35	110,99	7,85
34	111,0	110,60	108,25	109,05	107,50	113,55	112,60	114,55	114,95	107,35	112,20	111,06	7,60
36	110,0	111,45	106,90	109,75	106,95	113,10	113,10	113,95	114,85	107,45	113,70	111,12	7,95
38	111,0	110,80	107,90	109,60	107,20	113,15	112,65	114,60	114,75	107,10	111,80	110,96	7,65
40	110,0	111,30	107,45	109,20	107,80	113,60	113,25	114,15	114,60	108,15	114,10	111,36	7,15
42	111,0	110,70	107,45	109,55	106,85	113,25	112,50	114,30	114,80	107,15	112,50	110,91	7,95
44	110,0	111,50	107,60	108,85	108,55	113,60	112,90	114,50	114,75	108,30	113,70	111,43	7,15
46	111,0	110,60	107,10	109,80	107,25	113,15	113,15	114,15	114,70	107,40	113,40	111,07	7,60
48	110,0	111,35	108,30	109,60	108,75	113,00	112,70	114,45	114,80	108,35	113,25	111,46	6,50
50	111,0	110,70	107,25	109,25	107,40	113,35	113,10	113,85	114,45	107,70	113,25	111,03	7,20
52	110,0	111,30	108,00	109,85	108,85	113,65	112,55	114,45	114,45	108,20	112,70	111,40	6,45
54	111,0	110,65	107,55	108,85	107,60	113,40	113,05	114,10	114,60	107,90	113,55	111,13	7,05
56	110,0	111,20	107,45	109,80	108,45	113,05	112,60	114,30	114,75	108,00	112,70	111,23	7,30
58	111,0	110,55	108,45	109,15	107,40	113,55	113,05	114,50	114,75	107,75	113,45	111,26	7,35
60	110,0	111,50	107,25	110,00	108,70	112,95	112,60	113,90	114,90	108,05	113,60	111,35	7,65
<b>T. PROM</b>	110,5	110,84	107,45	109,33	107,19	113,62	112,95	114,43	114,73	107,23	113,02	111,08	
<b>T. MAX</b>	111,0	111,50	108,45	110,00	108,85	114,15	113,65	114,85	114,95	108,35	114,20		
<b>T. MIN</b>	110,0	110,05	106,85	108,55	106,00	112,95	112,90	113,85	114,45	105,85	111,70		
<b>DTT</b>	1,00	1,45	1,60	1,45	2,85	1,20	1,15	1,00	0,50	2,50	2,50		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,95	0,21
Mínima Temperatura Medida	105,85	0,37
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,85	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	7,55	0,44
Estabilidad Medida (s)	1,43	0,02
Uniformidad Medida	9,00	0,31

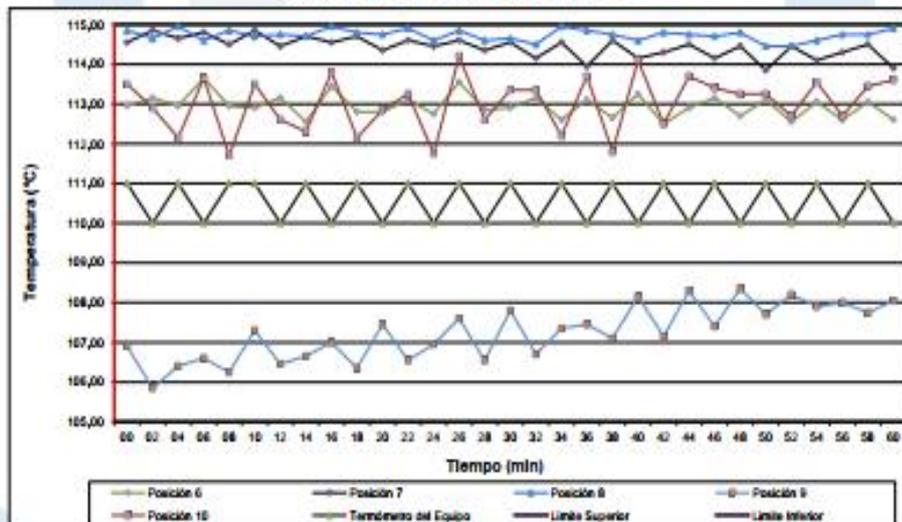
T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición en un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.  
Incertidumbre de las Indicaciones del termómetro propio del medio Isotermo 0,06 °C

Certificado : MT - 0189 - 2022

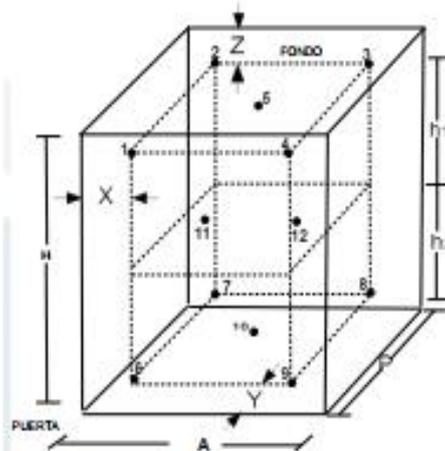
Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



**Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo**



**Dimensiones Internas de la cámara**

A= 45,0 cm

H= 60,0 cm

P= 45,0 cm

**Ubicación de los sensores**

X= 4,5 cm

Z= 6,0 cm

Y= 4,5 cm

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la parilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parilla inferior.

**Fotografía del Interior del Equipo**



**\*\* FIN DEL DOCUMENTO \*\***

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° DE CERTIFICADO

MT - 0149 - 2022

Laboratorio de Masa - Volumen

Página : 1 de 3

EXPEDIENTE : EXP - 5466ET1 - 2022

SOLICITANTE : MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L

Dirección : Jr. Simón Bolívar Nro. 1430 Barrio de Vilón Alto Ancash -  
Huaraz - Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Marca : PeruTest  
Modelo : WT 60001GF  
N° de Serie : 200803055  
Capacidad Máxima : 6000 g  
Capacidad Mínima : 5 g  
División de Escala (d) : 0,1 g  
División de Verificación (e) : 0,1 g  
Clase de Exactitud : II  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Tipo : Electrónica  
Ubicación : Laboratorio De Matlab

**FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Fecha de Calibración : 2022-01-11  
Fecha de emisión : 2022-01-14  
Lugar de calibración : Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA  
SISMORRESISTENTE E.I.R.L

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 \* Balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II \* 4ta edición 2010 INACAL-DM.

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

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

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

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

REVISADO:



Gamarra Rodríguez Dennis  
Gerente Técnico

Página 1 de 3

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de KOSBOMET	Pesas de 1 mg a 1 kg (Clase de exactitud E2)	N° PE21-C-0633
Patrones de referencia de LO JUSTO	Pesas de 2 kg a 5 kg (Clase de exactitud F1)	E1157-1989B-2021-1-2

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCION VISUAL**

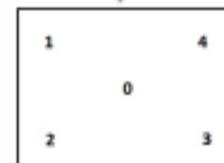
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene	Dispositivo Indicador Auxiliar	No Tiene

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,4 °C
Humedad Relativa	41 %hr	41 %hr

Medición Nº	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición Nº	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	3 000,0	3 000,0	40	10	1	6 000,0	6 000,1	50	100
2		3 000,0	50	0	2		6 000,1	40	110
3		3 000,0	50	0	3		6 000,1	40	110
4		3 000,0	40	10	4		6 000,1	50	100
5		3 000,0	50	0	5		6 000,1	60	90
6		3 000,0	60	-10	6		6 000,1	50	100
7		3 000,0	50	0	7		6 000,1	40	110
8		3 000,0	40	10	8		6 000,1	50	100
9		3 000,0	50	0	9		6 000,1	60	90
10		3 000,0	60	-10	10		6 000,1	50	100
E <sub>máx</sub> - E <sub>mín</sub>				20 mg	E <sub>máx</sub> - E <sub>mín</sub>				20 mg
error máximo permitido				± 300 mg	error máximo permitido				± 300 mg

**VISTA FRONTAL**



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,4 °C	18,0 °C
Humedad Relativa	41 %hr	40 %hr

Nº	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Eo				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Eo (mg)
1	1,0	1,0	40	10	2 000,0	2 000,0	40	10	0	200
2		1,0	40	10		2 000,0	40	10	0	
3		1,0	50	0		2 000,0	30	20	20	
4		1,0	40	10		2 000,0	30	20	10	
5		1,0	50	0		2 000,0	40	10	10	

**ENSAYO DE PESAJE**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,4 °C
Humedad Relativa	40 %hr	40 %hr

Carga (g)	Creolentec				Deoreolentec				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Eo (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Eo (mg)	
1,0	1,0	50	0						
5,0	5,0	40	10	10	5,0	40	10	10	100
50,0	50,0	50	0	0	50,0	40	10	10	100
100,0	100,0	60	-11	-11	100,0	50	-1	-1	100
500,0	500,0	50	1	1	500,0	40	11	11	100
1 000,0	1 000,0	40	10	10	1 000,1	50	100	100	200
1 500,0	1 499,9	30	-79	-79	1 500,0	60	-9	-9	200
2 000,0	2 000,0	40	11	11	2 000,0	50	1	1	200
4 000,0	4 000,1	50	101	101	4 000,1	40	111	111	300
5 000,0	5 000,1	40	110	110	5 000,1	50	100	100	300
6 000,0	6 000,1	50	119	119	6 000,1	50	119	119	300

Donde: I : Lectura de la balanza  
 ΔL : Carga incrementada  
 R : Carga corregida  
 e.m.p. : Error máximo permitido

E : Error del Instrumento  
 Eo : Error en cero  
 Ec : Error corregido

Lectura Corregida :	$R_{\text{corregida}} = R - 2,20 \times 10^{-5} \times R$
Incertidumbre de Medición :	$U_R = 2 \times \sqrt{7,5 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 1,2 \times 10^{-11} \times R^2}$

**OBSERVACIONES**

Se realizó una precarga usando la carga patrón de 6000 g para lo cual la balanza indicó: 6000,1 g  
 Se realizó ajuste a la balanza antes de la calibración.  
 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva (CALIBRADO).  
 Los valores mencionados se escogieron según NMP-003-2009.

**INCERTIDUMBRE**

La Incertidumbre expandida reportada es la Incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura (k = 2) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

\*\* FIN DEL DOCUMENTO \*\*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° DE CERTIFICADO

MT - 0170 - 2022

Laboratorio de Masa - Volumen

Página : 1 de 3

EXPEDIENTE : EXP - 5466ET1 - 2022

SOLICITANTE : MATHLAB INGENIERIA SIGMORRESISTENTE E.I.R.L

Dirección : Jr. Simón Bolívar Nro. 1430 Barrio de Vilón Alto Ancash -  
Huaraz - Huaraz

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Marca : Ohaus  
Modelo : R21PE30ZH  
N° de Serie : 8341160107  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Capacidad Mínima : 50 g  
División de Escala (d) : 1 g  
División de Verificación (e) : 1 g  
Clase de Exactitud : II  
Procedencia : China  
Identificación : No Indica  
Tipo : Electrónica  
Ubicación : Laboratorio De Mathlab

### FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-01-11  
Fecha de emisión : 2022-01-14  
Lugar de calibración : Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA  
SIGMORRESISTENTE E.I.R.L

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 \* Balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II \* 4ta edición 2010 INACAL-DM.

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

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

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

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

REVISADO:



Gamarra Rodríguez Dennis  
Gerente Técnico

Página 1 de 3

Certificado : MT - 0170 - 2022

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de KOBSONMET	Pesas de 1 mg a 1 kg (Clase de exactitud E2)	N° PE21-C-0633
Patrones de referencia de LO JUSTO	Pesas de 2 kg a 5 kg (Clase de exactitud F1)	E1157-1989B-2021-1-2
Patrones de referencia de METROIL	Pesas de 10 kg (Clase de exactitud M1)	M-0265-2021
Patrones de referencia de METROIL	Pesas de 20 kg (Clase de exactitud M1)	M-0266-2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCION VISUAL**

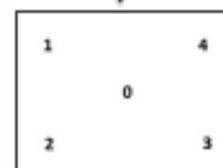
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene	Dispositivo Indicador Auxiliar	No Tiene

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,1 °C	19,1 °C
Humedad Relativa	33 %hr	33 %hr

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	15 000	15 000	400	100	1	30 000	30 001	500	1 000
2		15 000	400	100	2		30 001	400	1 100
3		15 000	500	0	3		30 000	400	100
4		15 000	400	100	4		30 000	500	0
6		15 000	500	0	6		30 001	400	1 100
6		15 000	500	0	6		30 001	500	1 000
7		15 000	400	100	7		30 000	500	0
8		15 000	500	0	8		30 000	400	100
8		15 000	400	100	8		30 001	500	1 000
10		15 000	500	0	10		30 000	400	100
E <sub>med</sub> - E <sub>med</sub>				100 mg	E <sub>med</sub> - E <sub>med</sub>				1 100 mg
error máximo permitido				± 2 000 mg	error máximo permitido				± 3 000 mg

**VISTA FRONTAL**



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,1 °C	19,0 °C
Humedad Relativa	33 %hr	33 %hr

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Eo				e.m.p. (εmg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Eo (mg)
1	10	10	500	0	10 000	10 000	400	100	100	2 000
2		10	400	100		9 999	300	-800	-900	
3		10	400	100		9 999	200	-700	-800	
4		10	500	0		9 999	300	-800	-800	
5		10	400	100		10 000	400	100	0	

Página 2 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,0 °C	19,1 °C
Humedad Relativa	33 %hr	33 %hr

Carga (g)	Creolentes				Deoreolentes				e.m.p. (mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Eo (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Eo (mg)	
10	10	400	100						
50	50	400	100	0	50	400	100	0	1 000
100	100	500	0	-100	100	500	0	-100	1 000
500	500	400	100	0	500	500	0	-100	1 000
1 000	1 000	500	-1	-101	1 000	400	99	-1	1 000
2 000	2 000	400	101	1	2 000	500	1	-99	1 000
5 000	5 000	500	1	-99	5 000	400	101	1	1 000
10 000	10 000	500	-20	-120	10 000	500	-20	-120	2 000
15 000	15 000	400	81	-19	15 000	400	81	-19	2 000
20 000	20 000	400	100	0	20 000	400	100	0	2 000
30 000	30 000	500	80	-20	30 000	500	80	-20	3 000

Donde: I : Lectura de la balanza  
 ΔL : Carga Incrementada  
 R : Carga corregida  
 e.m.p. : Error máximo permitido

E : Error del Instrumento  
 Eo : Error en cero  
 Ec : Error corregido

Lectura Corregida :	$R_{\text{corregida}} = R + 4,02 \times 10^{-4} \times R$
Incertidumbre de Medición :	$U_R = 2 \times \sqrt{4,4 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 8,8 \times 10^{-10} \times R^2}$

**OBSERVACIONES**

Se realizó una precarga usando la carga patrón de 30000 g para lo cual la balanza indicó: 30001 g  
 Se realizó ajuste a la balanza antes de la calibración.  
 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta adhesiva (CALIBRADO).  
 Los valores mencionados se escogieron según NMP-003-2009.

**INCERTIDUMBRE**

La Incertidumbre expandida reportada es la Incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura (k = 2) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

\*\* FIN DEL DOCUMENTO \*\*