



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, Piura 2023

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Piñarreta Merino, Alexander Smith ([orcid.org/0000-0002-3989-5468](https://orcid.org/0000-0002-3989-5468))  
Sanchez Fernandez, Alessandro Antonio ([orcid.org/0000-0002-1104-9614](https://orcid.org/0000-0002-1104-9614))

**ASESOR:**

Mg. Ing. Prieto Monzón, Pedro Pablo ([orcid.org/0000-0002-1019-983X](https://orcid.org/0000-0002-1019-983X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**PIURA – PERÚ  
2023**

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios, que siempre nos guía e ilumina para cumplir nuestros objetivos, a nuestros abuelos, padres, hermanos y demás familiares, a nuestros docentes que nos han dado un pedazo de sus conocimientos para lograr terminar satisfactoriamente esta carrera.

## **Agradecimiento**

Damos gracias a Dios por estar siempre con nosotros.

A nuestros abuelo y padres que son el pilar de lo que somos ahora.

A nuestros hermano y familiares que son el razón y motivo para culminar la carrera de ingeniería civil.

A nuestros docentes que nos ofrecieron parte de sus conocimientos y fueron guías en el transcurso de nuestra vida universitaria.

## Índice de contenidos

<b>Dedicatoria .....</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de contenidos .....</b>	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de gráficos y figuras .....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	18
3.2. Variable y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo:.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	21
3.5. Procedimientos: .....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos .....	24
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>41</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de tablas

Tabla 1 Propiedades del poliestireno expandido.....	26
Tabla 2 Propiedades físicas del poliestireno expandido reducido con calor. ...	26
Tabla 3 Análisis Granulométrico.....	27
Tabla 4 Límites de Atterberg .....	28
Tabla 5 Cálculo del Índice de Grupo .....	28
Tabla 6 Propiedades físicas de agregado fino .....	30
Tabla 7 Propiedades de los materiales para el diseño de mezcla según la Guía ACI 523-3R -14 .....	31
Tabla 8 Dosificación final por peso del diseño de mezcla adicionando poliestireno expandido por m <sup>3</sup> .....	34
Tabla 9 Dosificación de materiales por peso para una tanda de 0.13 m <sup>3</sup> .....	35
Tabla 10 Dimensión del ladrillo ecológico alveolar de tierra comprimida. ....	35
Tabla 11 Cálculo de variación dimensional de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido. ....	36
Tabla 12 Cálculo de alabeo de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido. ....	37
Tabla 13 Cálculo de la densidad de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido. ....	37
Tabla 14 Cálculo de absorción de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido. ....	38
Tabla 15 Cálculo de Resistencia a la Compresión a los 28 días de curado de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido. ....	39
Tabla 16 Análisis de precios unitarios de la elaboración de 1 unidad de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido. ....	40

## Índice de gráficos y figuras

Ilustración 1 Clasificación de ladrillos para fines estructurales.....	12
Ilustración 2 Curva Granulométrica .....	28
Ilustración 3 Clasificación de suelos según AASHTO .....	29
Ilustración 4 Composición y propiedades del hormigón celular (Guía ACI 523-3R –14) .....	32

## RESUMEN

La presente investigación consiste en un estudio sobre la fabricación de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida adicionando poliestireno expandido, dentro del cual se encontraron limitaciones debido a la falta de información disponible sobre el tema en Perú, pero se utilizaron normas técnicas nacionales e internacionales para diseñar la mezcla entre ellas la norma ACI 523 – 3R – 14 y la norma E.070 para verificar si es posible su uso en muros no estructurales. Siendo de tipo no experimental transversal descriptiva simple con un enfoque cuantitativo, se consideró como muestra 10 ladrillos escogidos por conveniencia de un lote de 50 ladrillos, los cuales fueron fabricados y luego de pasar por un curado con agua de 28 días pasaron a ser ensayados, obteniendo una densidad favorable ya que se basa en un concreto liviano donde se reemplazó el agregado fino (arena) por un material propio (tierra limo arcillosa) y la espuma que es el agregado liviano por el poliestireno expandido. Se compararon los resultados obtenidos con investigaciones anteriores y se evaluó la conformidad con la normatividad peruana.

**Palabras clave:** Ladrillo Ecológico (LTC), Alveolar, Poliestireno Expandido.

## ABSTRACT

The present investigation consists of a study on the manufacture of ecological alveolar compressed earth bricks adding expanded polystyrene, within which limitations were found due to the lack of information available on the subject in Peru, but national and international technical standards were used to design the mixture, including the ACI 523 - 3R - 14 standard and the E.070 standard to verify if its use in non-structural walls is possible. Being of a simple descriptive non-experimental type with a quantitative approach, 10 bricks chosen for convenience from a batch of 50 bricks were considered as a sample, which were manufactured and after going through a 28-day water cure, they were tested, obtaining a favorable density since it is based on a lightweight concrete where the fine aggregate (sand) was replaced by its own material (clayey silt soil) and the foam that is the lightweight aggregate by the expanded polystyrene. The results obtained with previous investigations were compared and the conformity with the Peruvian regulations was evaluated.

**Keywords:** LTC Ecological Brick, Alveolar, Expanded Polystyrene.



## **I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la población ha experimentado un crecimiento excesivo, lo que ha dado lugar a problemas económicos que dificultan la construcción de viviendas adecuadas. Con el aumento del costo de los materiales, los recursos humanos o maquinaria ha disminuido la posibilidad de adquirir una vivienda, lo que ha forjado la necesidad de desarrollar métodos constructivos innovadores que reduzcan los costos en comparación con las construcciones tradicionales.

En diversos países, se están llevando a cabo investigaciones para encontrar alternativas innovadoras que permitan disminuir los gastos asociados a la construcción de viviendas; por ejemplo, en España se está explorando una técnica que implica la fabricación de paneles de pared mediante el uso de mortero celular, una variante de concreto liviano; esta estrategia se basa en la introducción de aire en el mortero o el concreto mediante el empleo de espumas y aditivos que provocan una reacción química que genera burbujas de aire en el material.

En respuesta al crecimiento demográfico en Perú, las zonas urbanas han experimentado un notable aumento y, como resultado, se ha generado una demanda más alta de materiales de construcción; no obstante, la capacidad de compra de los residentes ha disminuido, lo que dificulta la adquisición de materiales necesarios para construir viviendas, por consiguiente, surge la necesidad de explorar nuevas técnicas que permitan agilizar y mejorar la calidad del proceso constructivo, al mismo tiempo que se reducen los costos involucrados.

El departamento de Piura es uno de los más importantes del Perú, con una economía basada en la agricultura, la pesca, los hidrocarburos y el comercio; su tasa de crecimiento de la población ha aumentado en los últimos años, lo que ha generado una mayor demanda de viviendas y el aumento de la pobreza, sin embargo, no se han llevado a cabo investigaciones respecto a nuevas tecnologías constructivas que utilicen materiales no tradicionales para satisfacer las necesidades de vivienda, manteniendo un estándar de confort y bajo costo.

El ladrillo de arcilla es el material más utilizado de los sistemas constructivos, un material que tiene como ventaja la accesibilidad y cubre con las demandas que requiere una construcción, pero a la vez tiene la desventaja de tener un proceso de fabricación contaminante para el medio ambiente, por ello a la fecha existen varias investigaciones que buscan una alternativa para un ladrillo fabricado con materiales ecológicos, procedimientos no contaminantes y con una buena rentabilidad para así poder reemplazar el ladrillo convencional.

Los ladrillos ecológicos Alveolares de Tierra Comprimida (LTC) para uso no estructural, adicionando poliestireno expandido modificado, es una solución innovadora y sostenible en la industria de la construcción. Estos ladrillos combinan materiales naturales y reciclados para crear un producto resistente, duradero y respetuoso con el medio ambiente. Estos se fabrican utilizando una mezcla de suelo local y estabilizantes orgánicos, como la cal, el cemento y la arcilla, al añadir poliestireno expandido (EPS), se logra reducir el peso del ladrillo, lo que facilita su manipulación y transporte, al tiempo que mejora sus propiedades aislantes.

Por ello surge la idea de diseñar y fabricar ladrillos ecológicos de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido. Estos eco ladrillos deben tener características de resistencia similares a los ladrillos convencionales, lo que permitiría obtener ladrillos ecológicos de baja densidad a un costo reducido y, sobre todo, disminuir la carga muerta en un sistema estructural.

Por todo lo descrito líneas arriba se plantea el problema general mediante la pregunta, ¿Cómo se puede diseñar ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido?, del cual surgen los siguientes problemas específicos mediante las preguntas, ¿Cuál es el diseño de mezcla para fabricar ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido?, ¿De qué manera se pueden clasificar los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido? Y por último ¿Por qué los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso

no estructural adicionando poliestireno expandido son una mejor alternativa que un ladrillo pandereta acanalado?

Esta investigación es justificada técnicamente al ser una propuesta innovadora que nos conduce a determinar el diseño de fabricar ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, por ende, impulsara a innovar una nueva tecnología y material en la construcción de viviendas, permitiendo aplicar un procedimiento constructivo que guarde calidad, cuidado del medio ambiente y un bajo costo, siendo estos puntos de vital importancia en cualquier proyecto de construcción civil.

También es justificada de manera metodológica, ya que se utilizan estudios de pruebas de resistencia de compresión, variación dimensional, alveo, densidad y absorción de los fabricar ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, cumpliendo con las características que estipula la norma E.070 (tabiquería) y además se basa en un diseño de mezcla siguiendo los lineamientos de la norma ACI 523-3R-14.

El estudio tiene una justificación práctica debido a que su objetivo es resolver un problema específico. Se pretende proporcionar información sobre el diseño de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, y llevar a cabo la implementación práctica.

Finalmente, la investigación se justifica de manera social, porque nos permite la oportunidad de ofrecer una alternativa de solución para los habitantes del departamento de Piura, así también de sensibilizar con el uso racional de los recursos ecológicos al usar este tipo de implementación adaptándose a las capacidades físicas y climáticas aprovechando los recursos de la zona, para que así mismo que sea ecológico y sustentable.

El fin u objetivo principal para el desarrollo de esta investigación es diseñar ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido; para el desarrollo del mismo, se contará con tres objetivos específicos, siendo el primero definir la dosificación de materiales para la fabricación de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido basados en un concreto

liviano según la norma ACI 523-3R-14, segundo analizar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, tercero y último evaluar el costo – beneficio del diseño de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido.

Así mismo se plantea la siguiente hipótesis general, “el diseño de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida adicionando poliestireno expandido son apto para ser usados en muros no estructurales” de igual manera se plantean las siguientes hipótesis específicas, “es posible definir la dosificación de materiales para la fabricación de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido basada en un diseño de mezcla para concreto liviano siguiendo los lineamientos de la norma ACI 523-3R-14”, “Las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido cumplen con los parámetros según la norma E.070” y por ultimo “la fabricación de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, son una alternativa económica y beneficiosa para su uso en la construcción”.

## II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo a otros estudios que se relacionan con las variables del proyecto de investigación, pueden distinguirse los siguientes antecedentes:

A nivel internacional tenemos que (AGUILAR, 2017), realizó la investigación: “Fabricación de bloques ecológicos a base de material producto de la construcción”, para obtener el grado de maestría en Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, tuvo como objetivo general el implementar el uso de materiales producidos por las demoliciones en el rubro de la construcción para mitigar los daños al medio ambiente, como fueron los residuos de excavación con un 62%, los residuos de tala con un 4%, los residuos de concreto de 1/4” con un 17% y de 3/8” con 17% y por último agua de mucílago de nopal con un 20%. La fabricación fue en 2 etapas, con una máquina moldeadora de madera reciclada y una máquina moldeadora profesional respectivamente. En contraste, los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión oscilaron entre 45 y 65 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la absorción de agua máxima inicial varió entre el 62% y el 81%, ambos valores excedieron los límites máximos permitidos establecidos por la norma mexicana correspondiente.

(CAMACHO Y MENA, 2018), en su investigación: “Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional.” en la facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El objetivo principal consistió en crear y producir un ladrillo ecológico utilizando la cáscara de arroz, la ceniza de arroz, así como el suelo y el cemento como materiales ecológicos. Lo que busca su investigación es generar un efecto socioeconómico en las zonas donde se cultiva arroz y que carecen de los recursos necesarios para la construcción. El diseño de mezcla del ladrillo ecológico está compuesto por un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), también con el 14% de cemento portland, un 6% de ceniza de cáscara de arroz y por último un 4 % de cáscara de arroz que es subproducto de la cosecha de mismo.

Los resultados de los diferentes ensayos mostraron que al utilizar un 20% de cemento se obtuvo una resistencia de 4.34 Mpa. Sin embargo, al diseñar la

mezcla con un 14% de cemento y un 6% de ceniza de cáscara de arroz, se logró una resistencia a la compresión de 4.59 Mpa, superando así los 4.34 Mpa obtenidos con la mezcla suelo-cemento del 20%. Esto indica que es posible reemplazar hasta un 40% de cemento por ceniza de arroz sin comprometer la resistencia e incluso mejorando las características de la mezcla. Este enfoque no solo reduce los costos, sino que también permite reciclar un material ecológico y evita el uso excesivo de cemento Portland.

(LOPEZ Y GUERRERO, 2020), con su proyecto de investigación titulado: “Elaboración de bloques ecológicos implementando sistemas de producción alternativos, para la construcción de viviendas sostenibles y sustentables” en la facultada de ciencias y tecnologías de la Universidad de Santo Tomas – Colombia, tuvo como objetivo general el elaborar ladrillos ecológicos y realizar los ensayos para obtener las propiedades físicas y mecánicas. De acuerdo al diseño de mezcla, emplean materiales orgánicos e inorgánicos como: cascarilla de frijol, bagazo de caña, tuzas de maíz, cal viva y apagada, cemento portland tipo 1, plástico PET picado, papel periódico, botellas plásticas y arena de río. Los ensayos fueron empíricamente para obtener el contenido de humedad, dosificación óptima, compresión y demás. Teniendo un resultado positivo en base al reglamento técnico de Colombia.

A nivel nacional tenemos que (TRINIDAD Y CHOMBO, 2018), realizaron la investigación: “Diseño estructural de una vivienda con sistema albañilería confinada utilizando ladrillos ecológicos LTC en San Juan de Lurigancho – 2018”, en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo. El estudio aporta una metodología para el uso de un sistema de albañilería confinada haciendo la utilización de ladrillos ecológicos LTC, por lo que se plantearon el objetivo de determinar si la estructura a diseñar es adecuada para situaciones en que ocurra un sismo y si la misma es rentable para la población. Respecto a los ladrillos ecológicos usados fueron elaborados y puestos a prueba mediante ensayos de compresión axial, de pilas y diagonal de muretes, con los cuales realizaron el diseño de una vivienda de 120 m<sup>2</sup> que se encontraba en la urbanización Maco Inca en San Juan de Lurigancho. Los resultados obtenidos en los ensayos fueron que la resistencia de compresión axial de los ladrillos

ecológicos LTC es de 70.13 Kg/cm<sup>2</sup> clasificándolo de tipo II según la norma E.070, así mismo su resistencia a compresión en pilas fue de 30.37 Kg/cm<sup>2</sup> permitiéndoles usar una resistencia de 30.00 Kg/cm<sup>2</sup>, respecto al ensayo de muretes respetaron los parámetros mínimos que establece la norma E.070. Así mismo concluyeron que la estructura diseñada trabajaba en rango elástico en la dirección “X” y “Y”, por consiguiente, los muros no presentarían grietas diagonales ante un sismo moderado. Por último, concluyeron que el precio para elaboración por unidad de ladrillo ecológico LTC es de S/ 0.73, que incluiría una ganancia de 7%, siendo este más económico y al hablar de precio por m<sup>2</sup> tendría una diferencia de S/ 27.20.

(ANDRADE Y DE LA CRUZ, 2021), realizaron la investigación: “Diseño Sismorresistente Empleando Albañilería Confinada con Ladrillos Ecológicos en una Vivienda de 3 Pisos, Las Delicias de Villa – Chorrillos 2021”, en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, con el objetivo de utilizar el sistema de albañilería confinada con ladrillos ecológicos en el diseño de una vivienda resistente a los terremotos, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio utilizando un suelo extraído de la construcción y remodelación de una vivienda en La Molina, este suelo se clasificó como tipo SM (Arenas limosas, mezclas de arena y limo) según S.U.C.S. y como suelo tipo A-2-4(0) (grava y arena arcillosa o limosa) según AASHTO. Los resultados mostraron que el suelo tenía un Límite Líquido de 17.9%, un Límite Plástico del 16.7% y un Índice de Plasticidad de 1.2%; en cuanto a los ladrillos ecológicos, se obtuvo una resistencia F’b de 40 Kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia de la pila fue de F’m igual a 38.50 kg/cm<sup>2</sup> y para el murete se obtuvo un V’m igual a 4.9 kg/cm<sup>2</sup>. Al comparar estos resultados con los ladrillos convencionales (King Kong 18 huecos), se observó una resistencia menor de acuerdo con la norma E.070. Además, se realizaron ensayos de construcción utilizando los ladrillos ecológicos con un aparejo de sogas y cabezas. Los resultados fueron satisfactorios en términos de diseño sismorresistente según la norma E.030 (rigidez) y el sistema de albañilería según la norma E.070 (resistencia). Finalmente, se concluyó que el costo del ladrillo utilizado en la investigación fue de S/.0.31 céntimos, al que se le sumó el costo de la mano de obra. Se determinó el valor por metro cuadrado para los dos tipos de aparejo utilizados, obteniendo una diferencia de S/.30.25 soles para los muros de cabeza

y S/.17.95 soles para los muros de sogá, esto indica que en zonas de bajos recursos estos ladrillos resultan ser un material económicamente rentable para la construcción.

(ANCHAYHUA, 2021), con su título de investigación: "Elaboración de Ladrillos Ecológicos Empleando Poliestireno como Mejora a la Sismo resistencia en Viviendas Unifamiliares, San Juan de Lurigancho-2021", en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, en su objetivo principal se centró en la elaboración de ladrillos ecológicos con poliestireno. La investigación es de enfoque cuantitativo cuasi experimental donde los ensayos se realizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería. Para el diseño de mezcla usaran arena, cemento agua y confitillo, las proporciones del poliestireno expandido se añadirá en 0%, 0.5% y 0.75% con relación al cemento, que se harán las pruebas a compresión a los 7, 14, y 21 días. Concluyeron que la fabricación de los ladrillos ecológicos cumple con el reglamento nacional de edificaciones norma E.070, pero los resultados de los ensayos en laboratorio presentan una baja resistencia a la compresión. Como recomendaciones menciona la posibilidad de calcinar el poliestireno expandido para obtener una masa sólida que se pueda utilizar como material resistente, mejorando así la capacidad de compresión de los ladrillos ecológicos. También se pueden seleccionar otros materiales que sean beneficiosos para los ladrillos, con el objetivo de evitar problemas ambientales.

A nivel local tenemos que (CURO Y YUPANQUI, 2020) en su investigación "Propuesta de bloques de anclaje comprimidos en concreto y poliestireno para mejoramiento de la resistencia del concreto en muros portantes Piura 2019", en la escuela de ingeniería civil de la Universidad de Piura, tuvieron como objetivo general la determinar cómo y en qué medida la propuesta de bloques de anclaje comprimidos en concreto y de poliestireno expandido mejora la resistencia del concreto en muros portantes. Para el desarrollo del proyecto se realizaron 3 diseños de mezcla en la cual la última tuvo resultados positivos. El diseño de mezcla N° 003 emplearon, cemento (22.28%), arena (22.59%), grava (45.91%), agua (9.11%) y poliestireno expandido (0.10%), dado que al realizar los estudio presenta una resistencia a la compresión considerable durante los 28 días



cumpliendo los estándares de la norma N.T.P. 339.034. Como conclusión se presenta una mejora la resistencia del concreto para muros portantes dando como resultado a la resistencia a la compresión “105.61 kg/cm<sup>2</sup>” de acuerdo a las especificaciones dichas por el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 de Albañilería.

(ÁLVAREZ Y MECA, 2019) con su proyecto de investigación: “Diseño de unidades de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido, Piura- 2018” en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo. Su objetivo principal que plantearon fue el diseño de unidades de albañilería de un concreto liviano a base de poliestireno expandido, para la realización de los ensayos, se modificó el poliestireno para así poder tener una densidad de 151.04 kg/m<sup>3</sup> que es mayor al poliestireno sin modificar, para el diseño de mezcla se acoplaron a la guía ACI 523- 3R –14, la cual les dio una dosificación que consiste en 379.29 kg/m<sup>3</sup> de cemento, 1108.87 kg/m<sup>3</sup> de agregado fino, 30.1 kg/m<sup>3</sup> de poliestireno expandido modificado y 231.84 L/m<sup>3</sup> de agua. De acuerdo a sus objetivos se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión, de absorción, variación dimensional, ensayo de alaveo y peso unitario. Con el fin de evaluar las propiedades físicas y mecánicas, se realizaron medidas de 24 x 14 x 9 según la norma NTP 399.601. Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión se realizaron en 3 edades a los 7, 14 y 28 días obteniendo un valor de 49.25 kg/cm<sup>2</sup>, 60.6 kg/cm<sup>2</sup> y 69.75 kg/cm<sup>2</sup> correspondientemente. Asimismo, se llevó a cabo un ensayo de absorción, obteniendo un promedio de 5.79%; además, se determinó el peso unitario de partir de las 12 unidades ensayadas, se obtuvo una densidad promedio de 1679.01 kg/m<sup>3</sup>. Finalmente, se analizó el costo por unidad de albañilería, concluyendo que la unidad de albañilería de concreto liviano es más económica que la unidad de albañilería de concreto tradicional por S/ 0.39. Sin embargo, este costo puede variar dependiendo del tipo de agregado utilizado, el costo de la mano de obra, entre otros factores.

(RIVERA Y VIDAURRE, 2021), en su tesis titulada: “Influencia de la aplicación de poliestireno extruido en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto” para obtener el título de ingeniero civil en la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo. El propósito de este estudio fue analizar

cómo la adición de poliestireno extruido (XPS) afecta las características tanto físicas como mecánicas de los ladrillos de concreto, con el fin de lograr una resistencia de 102 kg/cm<sup>2</sup>, clasificando así los ladrillos como tipo III según la norma NTP E.070. La metodología empleada fue de tipo aplicativo y diseño experimental, utilizando una muestra de 27 ladrillos en los cuales se reemplazó el agregado fino con XPS en diferentes proporciones: 0%, 20% y 40%. El diseño de mezcla utilizado para alcanzar una resistencia de  $f'c = 102 \text{ kg/cm}^2$  fue de 1:3.62:3.31:0.80. Los ladrillos patrón obtuvieron una resistencia de 106.18 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, cumpliendo con el objetivo. Los ladrillos con un 20% de XPS alcanzaron una resistencia de 116.31 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, aquellos con un 40% de XPS no cumplieron con el objetivo, obteniendo solo una resistencia de 94.06 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a los ensayos de variación dimensional y alabeo, los tres tipos de muestra de ladrillos (0%, 20% y 40% de XPS) cumplieron con los parámetros establecidos en la norma NTP E.070. Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión fueron de 116.31 kg/cm<sup>2</sup> para el ladrillo con 20% de poliestireno extruido y de 94.06 kg/cm<sup>2</sup> para el ladrillo con 40% de poliestireno extruido, calificándolos como ladrillos tipo III según la norma NTP E.070. En conclusión, los ladrillos de concreto con poliestireno extruido (XPS) influyen de manera positiva en las propiedades físicas y mecánicas, ya que los ensayos cumplieron con las normas RNE E.070 y NTP 399.601, lo que los hace adecuados para su uso en aplicaciones estructurales.

Por otro lado, se mencionan conceptos teóricos que ayudaran a un mejor entendimiento de esta investigación.

Respecto a la clasificación de las unidades de ladrillos tenemos que según San Bartolomé (1994), clasifica a estas internacionalmente por el porcentaje de huecos o alveolos.

Según la NTP E.0.70 (2019), tenemos las unidades de albañilería alveolar que es una unidad sólida o también hueca, la cual tiene alveolos en su interior con un tamaño considerable como para alojar el refuerzo vertical, por lo que son de muy usados para construcción de muros armados.

Por otro lado, según NTP E.0.70, la unidad de albañilería tubular o pandereta se refiere a un tipo de ladrillo con huecos u perforaciones paralelos en la superficie de asentado.

Cabe considerar la unidad de albañilería tubular o pandereta, se caracteriza por tener huecos paralelos que atraviesan toda la longitud del bloque. Este tipo de unidad se utiliza comúnmente en la construcción de tabiques o divisiones internas dentro de una estructura.

Según Morales Ticse (2021), estos ladrillos representan un 65 a 70 % de vacíos, por lo que se consideran unidades de albañilería livianos, pesando un promedio de 2.20kg/und. Estas unidades de ladrillos se encuentran de dos tipos lisa y acanalada teniendo un uso en muros no portantes.

Como siguiente tipo está la unidad de albañilería hueca que posee huecos en su interior por lo que están diseñados específicamente con el propósito de reducir su peso y mejorar sus características de aislamiento térmico y acústico. Esta unidad tiene un área menor al 70% de su área total en dicho plano transversal.

Cabe considerar la unidad de albañilería tubular o pandereta, la cual se caracteriza por tener huecos paralelos que atraviesan toda la longitud del bloque. Este tipo de unidad se utiliza comúnmente en la construcción de tabiques o divisiones internas dentro de una estructura.

Como bases teóricas tenemos que los Ladrillos ecológicos LTC, según (Ramos y López, 2019), define que “el ladrillo LTC es fabricado con compactación manual y/o mecánica por medio de una prensa hidráulica o equipo similar que genera determinado valor de presión (Ton, MPa o psi) sin ningún tipo de cocción” (p. 2). Para Hornbostel (1999) menciona que el adobe es un tipo de bloque hecho a base de un material arcilloso calcárea arenosa o cualquier arcilla desértica aluvial que tiene propiedades plásticas muy buenas que ayuda a que al ser secado al sol sea una masa dura y uniforme, además que no son tóxicos con el medio ambiente.

Según la norma E.070 los ladrillos se clasifican de la siguiente manera:

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

*Ilustración 1 Clasificación de ladrillos para fines estructurales*

Para el poliestireno expandido modificado según Knauf Industries (2020), el polietileno expandido modificado (EPS, por sus siglas en inglés), es una resina sintética compuesta del 98% de aire comúnmente utilizada en la fabricación de diversos productos y aplicado en diferentes sectores industriales como es la construcción.

Por otro lado, Paulino y Espino (2017), indica que el poliestireno expandido es un material plástico principalmente sintético que se produce mediante la polimerización del estireno con el pentano. Este proceso da como resultado un material que tiene aplicaciones útiles en la construcción, como planchas, rellenos, perlitas y otros usos.

Según las propiedades y características de este material tenemos que según (Paulino y Espino, 2017), el poliestireno expandido tiene características tales como: “porosidad, dureza, densidad, forma, color, rugosidad superficial, tamaños comerciales y absorción” (p.37).

Para Aramayo, Buncuga y otros (2003), las características del poliestireno expandido son las siguientes:

La Porosidad del poliestireno expandido contiene alrededor de tres a seis millones de pequeñas celdas tapadas y aisladas llenas de aire en cada centímetro cúbico, lo que indica que este es un material poroso.

En cuanto a la rigidez del poliestireno expandido se puede considerar que este material es suave y elástico, gracias a su porosidad y capacidad de compresión con los dedos. Con los que respecta a la densidad de acuerdo al volumen que

ocupan las celdillas de aire (muy baja densidad 10 kg/m<sup>3</sup> y también es de muy baja densidad).

El material de poliestireno es de forma esférica, además, el material proviene del reciclado. Poseen un color característico que es el blanco. Debido a su estructura, el poliestireno expandido (EPS), que incluye celdas de aire cerradas e independientes entre sí, presenta una capacidad de absorción muy baja, teniendo como tamaño un rango de 2 a 8 mm.

Para la fabricación de los ladrillos tenemos la CINVA RAM que según la (IDEASS, 1987), es una máquina de uso manual que se utiliza para crear ladrillos alveolares de suelo-cemento, ya sea con o sin núcleos de diferentes formas. Su funcionamiento se basa en un mecanismo de palanca de fuerza infinita o "toggle", que aumenta la presión sobre la mezcla a medida que se comprime.

Fue desarrollada por el ingeniero colombiano Raúl Ramírez en la década de 1950. La máquina consiste en un marco de metal que contiene una prensa hidráulica o un mecanismo de palanca que aplica presión sobre una mezcla de suelo y cemento en un molde

Para los materiales que se utilizarán en la fabricación de los ladrillos ecológicos LTC tenemos:

Según la norma técnica E.060 Concreto Armado (2014), nos dice que “el cemento es el resultado del proceso de pulverización del Clinker con la incorporación de sulfato de calcio. Además, todos los productos incorporados serán pulverizados simultáneamente con el Clinker” (p.26).

Según Pasquel (1998), se identifican varios tipos de cemento Portland, que son los siguientes:

Tipo I: Es ampliamente utilizado en obras de construcción donde no se requieren características particulares adicionales.

Tipo II: Se utiliza en estructuras que estarán expuestas a una moderada acción de sulfatos y donde se necesita moderada calor durante la hidratación.

Tipo III: Tiene una resistencia inicial más alta. Por lo que se emplea en climas fríos o también donde se requiere un avance mucho más rápido en las etapas de construcción.

Tipo IV: Diseñado para tener una liberación baja de calor durante la hidratación.

Tipo V: Posee una alta resistencia contra los sulfatos y se utiliza en proyectos de obras hidráulicas en la que estarán expuestas al agua.

Como agregados tenemos que para el agregado fino según Rivva (1992) define: “procedente de la descomposición de forma natural o artificial de las rocas, que pasa por el tamiz 4.75 mm (N° 4) y que satisface los márgenes implantados en la norma NTP 400.037” (p.18).

Para el agregado grueso según Rivva (1992) menciona “Se determina como el elemento que retiene la malla 4.75. mm (N° 4.) y satisface los lineamientos implantados por la NTP. 400.037” (p.21).

El agregado utilizado en la elaboración de concretos ligeros puede consistir en rocas de origen natural, piedras trituradas o agregados metálicos inherentes, estos materiales pueden ser extraídos naturalmente o artificialmente.

Para Abanto, (2015) el “Agregado grueso es el material que se retiene en la malla 4.75 mm (N° 4) originario de la descomposición de rocas la cuál satisface los lineamientos implantados por la NTP.400.037” (p.26).

Para la aplicación de estos materiales deben pasar por distintos ensayos de laboratorios según la Norma técnica peruana, como es el ensayo de densidad, absorción, granulometría, diseño de mezcla, peso unitario, entre otros.

El termino densidad es “la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo, y cuya unidad en el sistema internacional es el kilogramo por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>).” (Real academia española, s.f., párr. 2).

De acuerdo con la norma NTP 399.604, (2002) se puede calcular la densidad utilizando la siguiente formula (p.12):

$$D = [Wd / (Ws - Wi)] \times 1000 \dots \dots (1)$$

Donde:

D = Densidad seca al horno ( $Kg/m^3$ ).

Wd = Peso recibido de la unidad (Kg).

WS = Peso seco del horno (Kg).

Wi = Peso saturado (Kg).

Según Zafra, (2014) describe el ensayo de absorción como el nivel de humedad que pueden contener los ladrillos luego de ser sumergidos en agua durante un periodo de 24 horas, en relación con su peso cuando están superficialmente secos. (p.27).

Según NTP 399.604, (2002) el procedimiento para el ensayo de absorción consta de la siguiente manera y se calcula la absorción con las ecuaciones 2 y 3 (p.11):

Primero se sumerge en agua por de 24 horas.

Segundo se toma registro del peso del bloque al momento de retirarlo del agua (wi)

Tercero, una vez transcurridas las 24 horas se debe secar superficialmente el espécimen y pesarlo (ws)

Cuarto y último se pasa el espécimen en un horno a una temperatura de 100 C° a 115 °C por un periodo de 24 horas (wd)

$$\text{Absorción: } [Kg/m^3] = [(Ws-Wd))/(Ws-Wi)] \times 1000 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Absorción: } [\%] = [((Ws-Wd))/Wd] \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

Ws = Peso saturado (Kg)

Wi = Peso sumergido (Kg)

Wd = Peso seco horno (Kg)

Con respecto al ensayo de granulometría según Paulino, Espino, (2017) consiste en realizar el ensayo a los agregados finos y gruesos, los cuales deberán cumplir con los requisitos de granulometría establecidos por la norma técnica peruana NTP 400.037. (p.61)

En el diseño de mezcla según Rivva (1992) consiste en seleccionar los materiales apropiados y combinarlos de forma óptima dentro de una unidad en m<sup>3</sup> de concreto, con el propósito de obtener una mezcla en estado fresco que sea manejable y tenga una consistencia apropiada. Asimismo, una vez que la mezcla se endurece, debe cumplir con los requisitos establecidos en el diseño, tal como se detallan en los planos y especificaciones del proyecto (p. 10).

En relación al ensayo de resistencia a la compresión, según lo mencionado por Zafra (2014), este ensayo implica la aplicación de carga en newton sobre el área bruta del material. Se lleva a cabo utilizando una máquina especialmente diseñada para este propósito y se realiza a intervalos de 7, 14 y 28 días después de la fabricación (p. 28).

Por otro lado, la NTP 399.604, (2002) nos dice que para determinar la resistencia a la compresión se debe dividir la carga máxima entre el área bruta como se indica a continuación:

$$f'_{b} = P_{max}/A_{g} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

$f'_{b}$ = Esfuerzo de compresión del área bruta (Kg/cm<sup>2</sup>).

$P_{m}$ =Carga máxima (Kg).

$A_{g}$ = Área bruta (cm<sup>2</sup>).

El peso unitario se determina según la NTP 399.604 como la proporción entre el peso seco del ladrillo y la diferencia entre su peso saturado y su peso sumergido, medido en kg/m<sup>3</sup>. El peso estándar es aquellas que su densidad es igual o superior a 2000 kg/m<sup>3</sup>

En cuanto a la medición de la variación dimensional, según lo expuesto por Aguirre (2004), se calcula para cada arista de la unidad de albañilería como la relación entre la desviación estándar y el promedio de la muestra, multiplicado por 100, este valor se denomina coeficiente de variación y se expresa en forma de porcentaje (p. 45).



En el ensayo de alabeo según Salazar y Soliz, (2019) consiste en observar deformaciones en las áreas de asentamiento conocidas como concavidades o convexidades, estas deformaciones generan consecuencias en la instalación de los muros usando así cantidades más grandes de mortero que el estándar. Por eso cuanto mayor sea la deformación, mayor será la junta. Según la NTP E.070 el alabeo máximo que permite es de 10 mm.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

##### **Tipo de investigación:**

“Lo que caracteriza a la investigación aplicada es la manera en que analiza el entorno social aplicando sus hallazgos en la mejora de alternativas” Cívicos y Hernández (2007), Por consiguiente, la naturaleza de este estudio es de carácter aplicado, dado que proporciona una solución a un problema recurrente en una determinada población.

##### **Diseño de investigación:**

"El diseño no experimental se emplea cuando no es factible llevar a cabo un experimento controlado debido a limitaciones éticas, prácticas o temporales. En lugar de manipular variables, se recopila información a partir de datos existentes o se observan fenómenos tal como ocurren en su entorno natural" (Gómez, 2019, p. 42), por tal motivo este estudio presenta un diseño de investigación no experimental, clasificándose como transversal descriptivo, puesto que realizara una única toma de datos considerado la norma ACI 523 – 3R – 14, y se basara en un estudio previo que demuestra que la adición de poliestireno expandido con el fin de mejorar las propiedades físicas del ladrillo ecológico alveolar de tierra comprimida, por lo tanto, se puede inferir que esta mejora se reflejará en un menor peso del mismo.

#### 3.2. Variable y operacionalización

Este trabajo de investigación clasifica las variables como:

##### **Variable independiente**

Poliestireno expandido

Definición conceptual: Según Knauf Industries (2020), el polietileno expandido modificado es una resina sintética compuesta del 98% de aire comúnmente utilizada en la fabricación de diversos productos y aplicado en diferentes sectores industriales.

Definición operacional: Se determinará mediante una cantidad de Poliestireno expandido modificado las propiedades físicas mediante ensayos de laboratorio.

Indicadores: Se tiene como indicador la densidad y la absorción que permiten medir las propiedades físicas que presenta el poliestireno expandido en su estado normal y reducido con calor.

Escala de medición: Se emplea una escala de razón, ya que los indicadores a utilizar cuentan con una relación de razón, en este caso la densidad y la absorción que podrán determinar la relación peso/volumen del poliestireno y la cantidad de agua que este puede absorber.

### **Variable dependiente**

Ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida.

Definición conceptual: Según Ecología Verde (2018). Ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida son un tipo de material de utilizado para muros con refuerzos verticales. Estos ladrillos están diseñados para ser más sostenibles y respetuosos.

Definición operacional: Se determinarán las propiedades físicas y mecánicas que presentan lo Ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida, mediante ensayos de laboratorio bajo los lineamientos de la normativa peruana.

Indicadores: Como indicadores se tienen el dimensionamiento, variación dimensional, alveo, densidad, absorción y la resistencia a la compresión que alcanzaran los Ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural a fabricar.

Escala de medición: Esta variable corresponde a la escala de razón, ya que cuenta con indicadores que serán cuantificados y tienen una distancia entre valores, así mismo tienen una relación de razón como por ejemplo la resistencia a la compresión que tendrán es medida en cuantos kilogramos soportara por una cantidad de metros cúbicos de volumen.

### 3.3. Población, muestra y muestreo:

#### Población

Respecto a la población tenemos que (Johnson y Smith, 2019) infieren que los "criterios rigurosos de selección de la población de estudio son esenciales para garantizar la representatividad y la validez externa de los resultados de la investigación" (p. 9). Por ello esta investigación comprende como población la fabricación de un lote de 50 unidades de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida con adición de poliestireno expandido.

- **Criterios de inclusión:** Unidades fabricadas que cuya dimensión de altura (h) sea igual o próxima a 0.09m, ya que al pasar por el proceso de compresión este puede adoptar diferentes medidas de altura (h).
- **Criterios de exclusión:** No se tomarán en cuenta las unidades fabricadas cuya dimensión de altura (h) sea diferente y/o lejana a 0.09m y además tengan un mal aspecto de acabado.

#### Muestra

Tomando en cuenta lo especificación en la NTP 399.604, en el apartado 5. Muestreo, menciona que para el propósito de ejecutar ensayos la muestra a tomar serán unidades enteras que representen el lote al cual pertenecen, así mismo indica que para determinar ensayos como la resistencia a la compresión y la absorción se ensayaran como mínimo 10 unidades de un lote de 1000000 o menos unidades de ladrillos; por consiguiente como tenemos un lote de 50 ladrillos menor a lo indicado por la NTP en mención y los ensayos a los que serán expuestos requieren resultados precisos, se tomaran 10 unidades representativas.

#### Muestreo

Los muestreos se clasifica en probabilísticos y no probabilísticos, del segundo existen varios tipos entre ellos está el muestreo por

conveniencia, Neus (2006) establece que “el investigador decide qué individuos de la población pasan a formar parte de la muestra en función de la disponibilidad de los mismos (proximidad con el investigador, amistad, etc.)” (p. 126).

Dado a que se va a ser uso de 10 ladrillos representativos de un lote de 50 unidades, hemos optado por un muestreo no probabilístico cuyo tipo será por conveniencia, porque se escogerán las unidades que presenten mejores características respecto al acabado.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Respecto a las técnicas citamos el siguiente concepto según (García, 2020) "cada vez más, la calidad de una investigación depende de la calidad de los datos que se recopilan, y esto implica utilizar técnicas de recolección de datos rigurosas y confiables" (p.4).

Por otro lado (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018) nos dicen que un instrumento se define como una herramienta utilizada dentro de una técnica de recolección de datos. Puede ser un dispositivo, un manual, una guía o un test que se utiliza para facilitar el proceso de obtención de información.

Para esta investigación se ha utilizado como técnica una mezcla de observación y análisis documental teniendo como instrumentos las fichas de observación como lo son Análisis Granulométrico por Tamizado, Contenido de Humedad, Limite de Consistencia, Gravedad Especifica y Absorción, las cuales permitieron recopilar datos de los ensayos a los materiales como la tierra, el poliestireno expandido modificado y tomando como referencias fichas técnicas del cemento y el mismo poliestireno expandido sin modificar teniendo en cuenta los parámetros necesarios para el diseño de mezcla según la Guia ACI 523.3R-14 Guide for Cellular Concretes above 50 lb/ft<sup>3</sup>(800 kg/m<sup>3</sup>), cuyos datos obtenidos de los ensayos realizados a los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural con la adición de poliestireno expandido, fueron procesados en una hoja de cálculo Excel. Además, se

recopilaron datos utilizando fichas de observación que incluían información sobre el dimensionamiento, variación dimensional, alveo, densidad, absorción y resistencia a la compresión de las unidades de ladrillo fabricadas.

Como segundo instrumento usamos una ficha de investigación, basada en la norma ACI 523.3R-14, de la cual se extrajeron formulas con las cuales se elaboró una hoja de cálculo en Excel para determinar el diseño de mezcla a utilizar para la fabricación de los ladrillos.

Así mismo Hernández, Fernández, Baptista (2014) nos afirman que "el instrumento de recolección de datos utilizado en una investigación juega un papel fundamental, ya que determina la calidad y confiabilidad de la información obtenida, así como la validez de los resultados obtenidos" (p. 72).

La validez, en otra palabra se puede decir que es la medida en el en que el instrumento cuantificara las variables que se puedan medir, los instrumentos de esta investigación serán validados por 3 expertos a los que se les solicitara su opinión tomando en cuenta 10 criterios, estos son, claridad, objetividad, actualidad organización, suficiencia, intencionalidad, consistencia, coherencia, metodología y pertinencia; respecto a la confiabilidad de los instrumentos, será determinada presentando los certificados de calibración de los equipos que se emplearon en los diferentes ensayos en el laboratorio, debido a que los resultados registrados son números reales impidiendo aplicar técnicas estadísticas para la determinación de la misma, además se ha tenido en cuenta la cantidad de criterios utilizados en la validez del mismo para poder reforzar e indicar que el instrumento es confiable.

### **3.5. Procedimientos:**

En esta investigación la recolección de información se llevó de la siguiente manera:

Primero: se realizaron las tomas de muestra de la tierra para llevarlas al laboratorio a realizar los ensayos correspondientes de granulometría y límites de consistencia, al mismo tiempo se realizaron los ensayos al poliestireno expandido en su forma normal y reducidos por calor en el horno, dichos datos fueron procesados en una hoja Excel.

Segundo: obtenidos los resultados de los ensayos se procedió a calcular la dosificación de materiales en una hoja de cálculo en Excel según la Guía ACI 523. 3R – 14.

Tercero: con la dosificación establecida se procede con la fabricación de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida (en adelante ladrillos LTC), en primer lugar, se mezclaron los materiales según el porcentaje calculado según la Guía mencionada líneas arriba; siguiente se vertió en un boogie y se echó según la cantidad necesaria en el prisma de la maquina CINVA-RAM, la cual cuenta con un sistema de compresión manual; una vez comprimido fue retirado del prisma y puesto en una superficie limpia y plana para su secado, cabe mencionar que el mismo procedimiento se hizo para todos los ladrillos fabricados.

Cuarto: luego de 28 días transcurridos del curado de los ladrillos LTC fueron transportados cuidadosamente al laboratorio para ser ensayados y poder determinar sus propiedades; se realizaron las pruebas de variación dimensional, densidad, absorción y resistencia a la compresión teniendo en cuenta la NTP 339.604, cuyos datos fueron recolectados con el instrumento según lo observado y luego se procesaron en una hoja de cálculo Excel.

Quinto: para verificar el costo-beneficio se realizó el respectivo análisis de precios unitarios para la fabricación de 1 ladrillo LTC, con la finalidad de hacer una comparación con un ladrillo convencional resaltando su precio y propiedades de los mismos.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Tenemos que (SMITH, 2018) "el método de análisis de datos es esencial para obtener información significativa a partir de grandes conjuntos de datos. Consiste en una serie de pasos que permiten examinar y comprender la información recopilada, identificar patrones y tendencias, y tomar decisiones basadas en evidencia" (p. 25).

El método de análisis de datos empleado se basó el uso la Guia ACI 523.3R-14 Guide for Cellular Concretes above 50 lb/ft<sup>3</sup>(800 kg/m<sup>3</sup>), en la cual se establecen los parámetros requeridos para calcular la dosificación de material a utilizar para una cierta cantidad en m<sup>3</sup>; estos datos obtenidos fueron procesados en una hoja de cálculo Excel que ayudo a un mejor manejo de las fórmulas que establece dicha Guia.

Así mismo para poder determinar las propiedades que presentan los Ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, se analizaron los resultados obtenidos con la NTP E.070 la cual establece ciertos parámetros que nos permitieron determinar si verdaderamente estos ladrillos podrán ser usados para en condiciones no estructurales o si pueden tener algún otro uso, como puede ser para muros portantes.

Respecto al costo-beneficio del ladrillo se utilizó el programa S10 que nos ayudó a procesar los recursos que intervienen en la fabricación de un ladrillo ecológico, obteniendo de tal manera un precio unitario por 1 unidad de ladrillo a fabricar.

### **3.7. Aspectos éticos**

En este estudio, se dará especial atención a la precisión de los resultados, ya que es de gran importancia, así como a la responsabilidad ética, por tanto, la investigación se lleva a cabo cumpliendo con las normas éticas de los derechos de autor, siguiendo las pautas de investigación formativa y respetando el consentimiento y manejo adecuado de la información proporcionada.



Cabe mencionar que toda la información recolectada de los trabajos de investigación, tesis respectivas, y artículos científicos, han sido citadas debidamente en el marco referencial, trabajando con responsabilidad, lo cual servirá para los profesionales correspondientes.

#### IV. RESULTADOS

Con el fin de alcanzar el objetivo general de esta investigación, que es diseñar ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, se emplearon tablas elaboradas en una hoja de Excel para procesar los datos obtenidos de los ensayos realizados. Estos ensayos fueron indispensables para llevar a cabo la evaluación, y los resultados obtenidos presentan una correlación relativa con respecto a los objetivos establecidos en el proyecto.

Para el primer objetivo específico el cual fue definir la dosificación de materiales para la fabricación de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido basados en un concreto liviano según la norma ACI 523-3R-14, tuvimos los siguientes resultados:

*Tabla 1 Propiedades del poliestireno expandido.*

Características	Valor
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	9.23
Absorción (%)	4.62

Fuente: Elaboración propia, 2023

Interpretación:

A fin de corroborar que la densidad y la absorción del poliestireno expandido a usar sea la misma que indica su ficha técnica, tuvimos como resultado una densidad poco menor que cumple con el margen de error de  $\pm 10\%$  y una absorción de 4.62%, que cumple como indica la ficha de 3 – 5 %.

*Tabla 2 Propiedades físicas del poliestireno expandido reducido con calor.*

Características	Valor
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	148.6
Absorción (%)	1.80

Fuente: Elaboración propia, 2023

Interpretación:

Se aprecia en la tabla 2 una densidad de 148.6 kg/m<sup>3</sup> y un % de absorción de 1.8%, propiedades modificadas del poliestireno expandido reduciéndolo con calor dentro de un horno a 40 °C.

Granulometría de Agregado Fino

A. Fino : "Material propio"

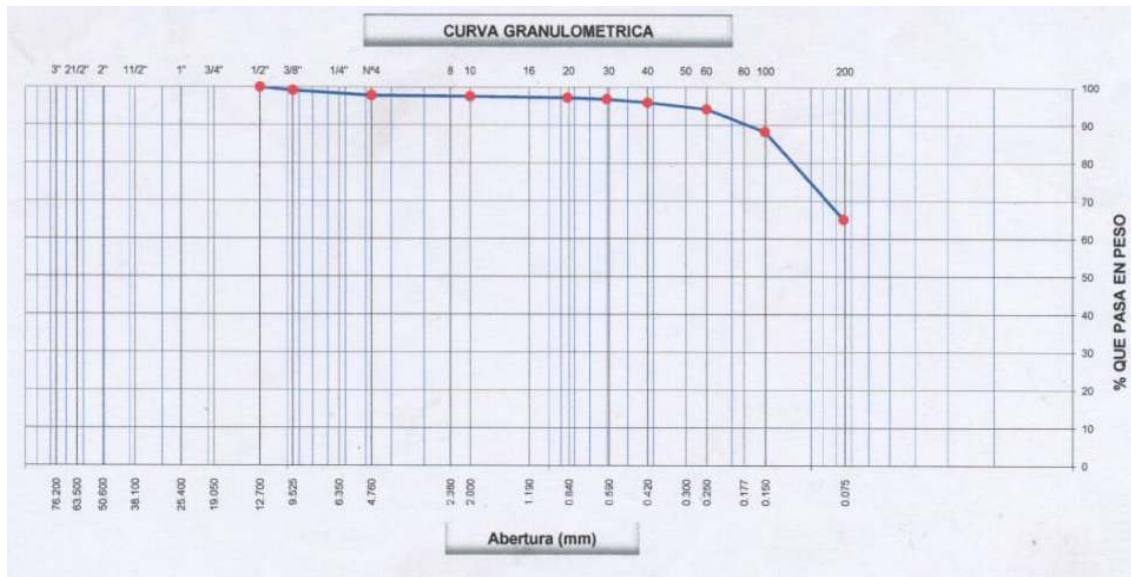
Cantera : Material extraído del C. P. Lucas Cutivalu

Muestra : 644.4 gr

*Tabla 3 Análisis Granulométrico*

N° Tamiz	Abertura de Tamiz (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido acumulado	% que Pasa
					100
3/8"	9.520	5.2	0.8	0.8	99.2
N°4	4.750	8.2	1.3	2.1	97.9
N°10	2.000	1.6	0.3	2.4	97.6
N°20	0.850	2.2	0.3	2.7	97.3
N°30	0.600	2.7	0.4	3.1	96.9
N°40	0.420	5.5	0.9	4	96.0
N°60	0.250	11.2	1.7	5.7	94.3
N°100	0.150	38.4	6	11.7	88.3
N°200	0.075	148.8	23.1	34.8	65.2
Pasante		420.6	65.2	100	
Peso de la muestra		644.4	100	%	

Fuente: Elaboración Propia, 2023



*Ilustración 2 Curva Granulométrica*

*Tabla 4 Límites de Atterberg*

Límites de Consistencia	%
Limite Líquido	25
Limite Plástico	21
Índice de Plasticidad	4

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 5 Calculo del Índice de Grupo*

Datos	%
Pasa N°200	65.20
LL	25.00
LP	21.00
IP	4.00
Índice de Grupo (IG)	6.00

Fuente: Elaboración Propia

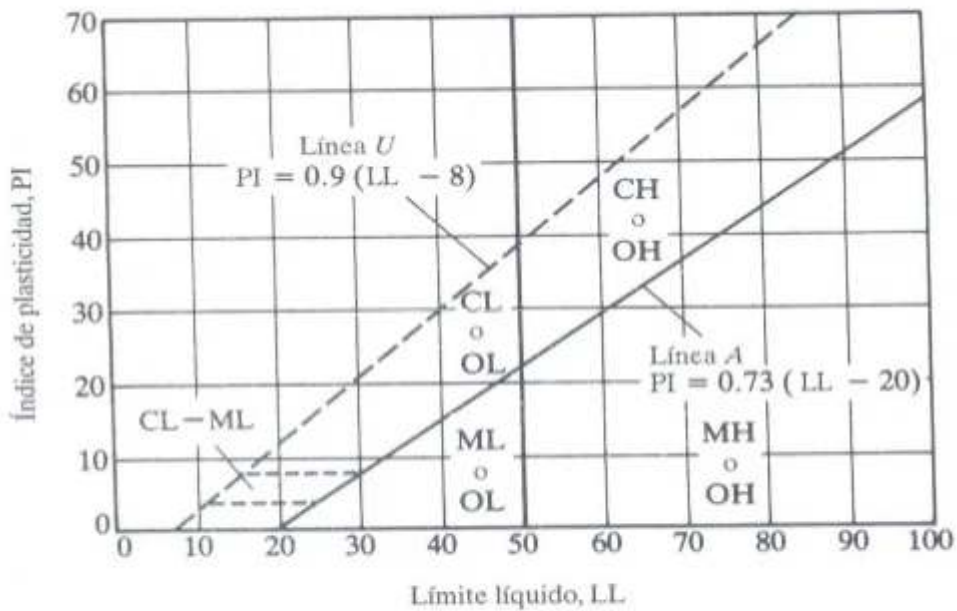
CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (igual o menor del 35% pasa el tamiz N° 200)							Materiales Limo - Arcillosos (más del 35% que pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
SUB - GRUPOS											
% que pasa el Tamiz: N° 10	50 máx.										
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 máx.								
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del Material que pasa el tamiz N° 40											
Límite Líquido			NO PLÁSTICO	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 máx.
Índice de Plasticidad	6máx	6 máx.		10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava, arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a Bueno					Regular a Deficiente					

NOTA: El índice de plasticidad de los suelos A-7-5 es igual o menor que su Límite Líquido 30, el de los A-7-6 mayor que su Límite Líquido (fig. 1) se halla indicada la relación ente lo LL e IP de los materiales finos. Dicho de otro modo, el grupo A-7 es subdividido en A-7-5 ó A-7-6 dependiendo del Límite Plástico (L.P.)  
Si el LP ≥ 30, la clasificación es A-7-6  
Si el LP < 30, la clasificación es A-7-5

**Ilustración 3 Clasificación de suelos según AASHTO**

**CARTA DE PLASTICIDAD**

SUCS ASTM D2487



Elaborado por: Ing. Iván Matus Lazo y Ing. Marvin Blanco Rodríguez

**Ilustración 4 Clasificación de suelos según SUCS**

Interpretación:

Se puede apreciar en la tabla 3 análisis granulométrico y la ilustración 2, que el % que pasa por malla N° 200 es de 65.2%, es decir, el material propio ensayado es no granular limo arcilloso debido que es mayor al 35% como lo especifica la normativa AASHTO. Así mismo se puede apreciar que el porcentaje que pasa por las mallas N° 10 y N° 40 son de 97.6% y 96.0% respectivamente, también se aprecia en la tabla N° 4 un índice de plasticidad de 4%, Así mismo en la tabla N° 5 según lo calculado tenemos un índice de grupo de 6, por lo que se puede clasificar como un suelo de tipo A-4 (6) según el cuadro de calificación de suelos según la normativa AASHTO que se muestra en la ilustración 3, así mismo según la clasificación SUCS se puede decir que es un material CL – ML como lo indica la ilustración 4.

*Tabla 6 Propiedades físicas de agregado fino*

Propiedades Físicas	A. Fino
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.601
Adsorción (%)	1.437
Humedad (%)	7

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se pueden apreciar las propiedades físicas del agregado fino que nos servirán para el desarrollo del diseño de mezcla, ya que son datos que serán usados según la Guía ACI 523-3R –14, teniendo así un peso específico de 2.601 gr/cm<sup>3</sup>, así mismo cuenta con una absorción de 1.437% y un porcentaje de humedad de 7%.

Dosificación de los materiales

Para la determinar la dosificación se tomaron en cuentas formulas establecidas para un concreto liviano basado en la Guía ACI 523-3R -14, donde se reemplazó el agregado fino (arena) por el material propio (tierra) y el material liviano (espuma) por el poliestireno expandido pasado por el horno.

*Tabla 7 Propiedades de los materiales para el diseño de mezcla según la Guía ACI 523-3R -14*

PROPIEDADES	CEMENTO	A. FINO (T)	ESPUMA (PE)	AGUA (w)
PESO ESPECIFICO (gr/cm <sup>3</sup> )	3.12	2.60	----	----
RENDIMIENTO DE ESPUMA	----	----	0.95	----
DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )	----	----	148.60	1000.00
HUMEDAD (%)	----	7.00	----	----
ABSORCIÓN (%)	----	1.44	1.80	----

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Interpretación:

Los resultados fueron agrupados de tal manera que permitan ser manejados y reemplazados en las fórmulas establecidas en la Guía ACI 523.3R –14 GUIDE FOR CELLULAR CONCRETES ABOVE 50 lb (800 kg/m<sup>2</sup>).

La determinación de la dosificación para la fabricación de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida con adición de poliestireno expandido se realizó de la siguiente manera:

a) Se calcula la  $f'c$  deseada de la siguiente manera

$$f'c = 0.34 * e^{0.0022*\gamma f}$$

Donde:

$f'c$ : Esfuerzo a la compresión

$\gamma f$ : Densidad de fundición del concreto.

Tomando en cuenta la ilustración 4 tomamos la  $\gamma f = 1280 \text{ kg/m}^3$ .

Reemplazando obtenemos que:

$$f'c = 0.34 * e^{0.0022*1280} = 5.68 \text{ MPa}$$

$$f'c = 58 \text{ kg/cm}^2$$

**Table 6.2.1—Composition and properties of cellular concrete (McCormick 1967)**

As-cast density, lb/ft <sup>3</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Sand-cement ratio	Water-cement ratio	Cement factor, lb/yd <sup>3</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Estimated compressive strength, psi (MPa)
50(800)	0.79	0.60	56(335)	25(1.7)
50(800)	0.55	0.50	65(390)	30(2.1)
50(800)	0.29	0.50	75(446)	40(2.8)
60(960)	1.27	0.60	56(335)	35(2.4)
60(960)	0.96	0.50	65(390)	40(2.8)
60(960)	0.65	0.50	75(446)	50(3.5)
70(1120)	1.75	0.60	56(335)	45(3.1)
70(1120)	1.37	0.50	65(390)	50(3.5)
70(1120)	1.06	0.45	75(446)	60(4.1)
80(1280)	2.22	0.60	56(335)	60(4.1)
80(1280)	1.78	0.50	65(390)	65(4.5)
80(1280)	1.42	0.45	75(446)	75(4.8)
90(1440)	2.85	0.45	56(335)	110(7.6)
90(1440)	2.19	0.50	65(390)	110(7.6)
90(1440)	1.78	0.45	75(446)	130(9.0)
100(1600)	3.18	0.60	56(335)	125(8.6)
100(1600)	2.65	0.45	65(390)	170(11.7)
100(1600)	2.14	0.45	75(446)	180(12.4)
110(1760)	3.66	0.60	56(335)	200(13.8)
110(1760)	3.06	0.45	65(390)	260(17.9)
110(1760)	2.44	0.50	75(446)	250(17.2)
120(1920)	3.32	0.60	65(390)	332(22.9)
120(1920)	2.80	0.50	75(446)	352(24.3)

**Ilustración 5 Composición y propiedades del hormigón celular (Guía ACI 523-3R-14)**

b) Con la misma ilustración 4 determinamos nuestra relación de agua / cemento  $W/C = 0.45$

c) La relación Tierra / Cemento ( $T/C$ ) la calculamos usando la siguiente ecuación:

$$T/C = (\gamma f - 673)/345$$



$$T/C = (1280 - 673)/345$$

$$T/C = 1.72$$

d) Calculamos la densidad seca al horno con la siguiente ecuación:

$$D = \gamma_f - 122$$

$$D = 1158 \text{ kg/m}^3$$

e) El contenido de cemento lo calculamos con la siguiente ecuación:

$$C = \gamma_f / (1 + W/C + T/C)$$

$$C = 1280 / (1 + 0.45 + 1.72)$$

$$C = 398.83 \text{ kg/m}^3$$

f) Calculamos el contenido de agregado fino (Tierra):

$$T = C * T/C$$

$$T = 701.70 \text{ kg/m}^3$$

g) Calculamos el contenido de agua de amasado:

$$W = C * W/C$$

$$W = 179.47 \text{ kg/m}^3$$

h) Calculamos el Volumen Absoluto de solidos (cemento, agua y agregados) por unidad de volumen de concreto:

$$V_A = C / (G_c * \gamma_w) + W / \gamma_w + T / (G_T * \gamma_w)$$

$$V_A = 398.83 / (3.12 * 1000) + 179.47 / 1000 + 701.70 / (2.601 * 1000)$$

$$V_A = 0.577 \text{ m}^3$$

i) Para el volumen de aire requerido por unidad de volumen de concreto en m<sup>3</sup> se calcula con la siguiente ecuación:

$$A_V = 1 - V_A$$

$$A_V = 1 - 0.577$$

$$A_V = 0.423 \text{ m}^3$$

j) Calculamos el volumen de la espuma (poliestireno expandido):

$$V_F = A_V / \phi_A$$

$$V_F = 0.423 / 0.95$$

$$V_F = 0.445 \text{ m}^3$$

k) Calculamos el peso de la espuma (poliestireno expandido):

$$F = V_F * D_F$$

$$F = 0.445 * 148.60$$

$$F = 66.15 \text{ kg/m}^3$$

l) Ajustamos el peso del agua:

Agua en poliestireno expandido:

$$148.60 * 0.445 = 66.15$$

Agua en A. fino:

$$701.70 * 1.437 = 10.08$$

Agua corregida:

$$179.47 - 66.15 - 10.08 = 103.23 \text{ L}$$

Fino corregido:

$$701.70 + 10.08 = 711.79$$

Agrupando los datos obtenidos en la tabla 8 se muestra ordenadamente la dosificación de la mezcla ajustada.

*Tabla 8 Dosificación final por peso del diseño de mezcla adicionando poliestireno expandido por m3*

MATERIALES	PREVIA (Kg)	CORREGIDA (Kg)	%
CEMENTO	398.83	398.83	31.16
AGUA	179.47	168.20	8.07
A. FINO	701.70	711.79	55.61
ESPUMA	66.15	66.15	5.17

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Se aprecia una dosificación de 398.83 Kg de cemento, 168.20 L de agua, 711.79 Kg de Tierra (agregado fino) y 66.15 Kg de poliestireno expandido (espuma), teniendo una relación 1: 1.78 / 0.17 para 1 m3 de mezcla.

*Tabla 9 Dosificación de materiales por peso para una tanda de 0.13 m<sup>3</sup>*

MATERIALES	Kg	%
CEMENTO	51.01	31.16
AGUA	13.20	8.07
A. FINO	91.04	55.61
ESPUMA	8.46	5.17

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se aprecia una dosificación de 51.01 Kg de cemento, 13.20 L de agua, 91.04 Kg de Tierra (agregado fino) y 2.34 Kg de poliestireno expandido (espuma) para 8.46 m<sup>3</sup> de mezcla teniendo una relación de 1: 1.78 / 0.17, para una tanda de 0.13 m<sup>3</sup>.

Para el segundo objetivo específico que consistía en analizar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, obtuvimos los siguientes resultados:

Dimensionamiento:

*Tabla 10 Dimensión del ladrillo ecológico alveolar de tierra comprimida.*

	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ø Alveolo (m)
Ladrillo ecológico alveolar de tierra comprimida.	0.25	0.125	0.09	0.06

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Para determinar estas dimensiones se consideró lo establecido en la norma E.070, que nos dice que un ladrillo es aquel cuyas medidas y peso permite que sea manejado con una sola mano, teniendo así un ladrillo de según la tabla 8 0.25 m x 0.125 m x 0.09 m.

#### Variación dimensional

Se tomaron las medidas de cada muestra como lo indica la NTP 399.604 en el apartado 12.3 Medidas individuales ancho, longitud y altura.

*Tabla 11 Calculo de variación dimensional de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido.*

Muestra	Largo promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Alto promedio (mm)
M-01	248.50	126.50	89.60
M-02	248.13	126.50	89.70
M-03	248.75	126.50	89.90
M-04	248.38	127.00	89.70
M-05	248.50	127.50	90.10
M-06	248.75	126.30	89.80
M-07	249.38	126.50	90.20
M-08	249.20	127.30	89.90
M-09	248.63	126.50	92.20
M-10	249.23	127.00	89.80
Promedio (mm)	248.74	126.76	90.09
Desviación estándar (mm)	1.26	-1.76	-0.09
Media Aritmética (mm)	247.49	128.52	90.18
Variación (%)	1.01	-2.82	-0.20

Elaboración Propia

#### Interpretación:

En la tabla 11 se muestra que el porcentaje de variación dimensional de los ladrillos ensayados, en el largo es de 1.01% o 2.525mm, en el ancho tiene -2.82% o -3.525mm y por último el alto tiene una variación de -0.20% o -0.18mm.

## Alabeo

*Tabla 12 Calculo de alabeo de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido.*

MUESTRA	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO	CONVEXO	CÓNCAVO	CONVEXO
M-01	1.50	0.00	2.00	0.00
M-02	1.50	0.00	1.50	0.00
M-03	2.00	0.00	2.00	0.00
M-04	2.00	0.00	1.50	0.00
M-05	1.50	1.00	2.00	0.00
M-06	1.50	0.00	1.50	1.50
M-07	1.50	0.00	2.50	0.00
M-08	2.00	0.00	2.00	0.00
M-09	1.60	0.00	1.60	0.00
M-10	1.80	0.00	1.50	0.00
PROMEDIO	1.69	0.1	1.81	0.15
CÓNCAVO			1.75	
CONVEXO			0.125	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

El resultado que observamos en la tabla 12 es que los ladrillos ensayados tienen un alabeo de 1.75mm en el lado cóncavo y 0.125mm en el lado convexo.

## Densidad

*Tabla 13 Calculo de la densidad de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido.*

Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (Kg)	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )
M-01	25.00	12.70	9.00	0.002858	3.901	1365.18
M-02	24.80	12.60	8.98	0.002806	3.860	1375.59
M-03	24.90	12.70	8.97	0.002846	3.927	1379.80
M-04	24.80	12.70	8.96	0.002822	3.174	1124.72
M-05	24.90	12.70	9.10	0.002846	3.342	1174.25
M-06	24.80	12.60	8.90	0.002808	3.419	1217.60
M-07	25.00	12.60	8.98	0.002812	3.192	1135.01
M-08	25.00	12.80	9.00	0.002867	3.689	1286.62
M-09	24.80	12.60	8.97	0.002837	3.320	1170.42
M-10	24.94	12.70	9.00	0.002822	3.488	1235.85
Promedio						1246.50

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 13 se aprecia el peso unitario de los ladrillos ensayados, cuyo promedio es de 1246.50 kg/m<sup>3</sup> por lo que se puede decir que es de peso liviano.

Absorción

*Tabla 14 Calculo de absorción de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido.*

Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso A (gr)	Peso D (gr)	Área Bruta	% Absorción
M-01	25.00	12.70	3901.00	4242.2	317.50	8.04
M-02	24.80	12.60	3360.00	3695.3	312.5	9.07
M-03	24.90	12.70	3297.00	3598.2	316.2	8.37
M-04	24.80	12.70	3174.00	3522.2	315.0	9.89
M-05	24.90	12.70	3342.00	3672.6	316.2	9.00
M-06	24.80	12.60	3419.00	3698.7	312.5	7.56
M-07	25.00	12.60	3302.00	3602.0	311.3	8.33
M-08	25.00	12.80	3288.00	3588.9	314.5	8.38
M-09	24.80	12.60	3298.88	3624.0	316.0	9.00
M-10	24.94	12.70	3298.00	3622.0	387.5	8.95
Promedio						8.66

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El resultado del ensayo de absorción que se obtuvo fue de un promedio de 8.66%, según la norma E.070 la unidad de albañilería de concreto, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción, por ello está dentro de lo establecido.

## Resistencia a la compresión

*Tabla 15 Calculo de Resistencia a la Compresión a los 28 días de curado de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido.*

Muestra	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	317.50	18322.00	57.71
M-02	312.50	16972.00	54.00
M-03	316.20	18109.00	57.27
M-04	315.00	16724.00	53.10
M-05	316.20	18132.00	57.34
M-06	312.50	16752.00	53.61
M-07	315.00	17644.00	56.01
M-08	320.00	18422.00	57.57
M-09	312.50	16772.00	53.67
M-10	316.70	18344.00	57.92
PROMEDIO			55.85

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

En la presente tabla se puede apreciar una resistencia a la compresión de un promedio de 10 ladrillos ensayados de 55.85 kg/cm<sup>2</sup>.

Y para el tercer y último objetivo el cual consistió en evaluar el costo – beneficio del diseño de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, obtuvimos los siguientes resultados:

*Tabla 16 Análisis de precios unitarios de la elaboración de 1 unidad de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido.*

PARTIDA 01. 01	LADRILLO ECOLÓGICO ALVEOLAR DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 25cm x 12.5cm x 9cm				
RENDIMIENTO UND/DIA	MO. 800.000	COSTO UNITARIO POR UND: <b>S/ 1.00</b>			
	EQ. 800.000				
DESCRIPCION DEL RECURSO	UND	CU	CANTIDAD	P. U. (S/)	Parcial (S/)
MANO DE OBRA					
OPERADOR DE CINVA-RAM	hh	1.00	0.0100	16.80	0.168
MATERIALES					
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol		0.0327	23.80	0.778
AGUA	m3		0.0006	2.00	0.001
POLIESTIRENO EXPANDIDO	kg		0.1600	0.30	0.048
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3%	0.17	0.005

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Interpretación:

Se aprecia que el costo por 1 unidad de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural con adición de poliestireno expandido de 25cm x 12.5 cm x 9cm es igual a S/ 1.00, es decir S/ 0.10 más caro que un ladrillo pandereta acanalado de 23cm x 11cm x 9cm según anexo 35.



## V. DISCUSIÓN

Como parte final de los ensayos, se obtuvieron resultados que serán objeto de debate en este capítulo, de acuerdo con los objetivos establecidos en esta investigación y en base a los antecedentes utilizados. Además, se compararán con investigaciones previas ya realizadas y se evaluarán en relación a la normatividad peruana.

Durante el transcurso del diseño de la mezcla para la producción de con adición de poliestireno expandido con la inclusión de poliestireno expandido con fines no estructurales, se enfrentaron ciertas restricciones derivadas de la falta de información disponible sobre el tema. Esto se debe a que el proyecto representa una innovación en nuestro país y la documentación existente es limitada.

Sin embargo, este estudio tiene un alcance amplio, ya que se utilizaron datos de normas técnicas tanto nacionales como internacionales para llevar a cabo el diseño. Por lo tanto, nuestra investigación servirá como base para investigaciones futuras que tengan objetivos equivalentes a los de este estudio.

En el estudio llevado a cabo por Alvares y Meca (2019), se realizó un diseño de unidades de albañilería utilizando concreto liviano a base de poliestireno expandido. En su investigación, modificaron la densidad del poliestireno expandido con el objetivo de mejorar sus propiedades, logrando una densidad resultante de 151.04 kg/m<sup>3</sup>. En contraste, en nuestra investigación encontramos una densidad inicial de poliestireno expandido de 9.23 kg/m<sup>3</sup>. Esto se debe a que, según Aramayo, Buncuga y otros (2003), este material presenta una densidad muy baja, aproximadamente de 10 kg/m<sup>3</sup>. Por lo tanto, decidimos mejorar el poliestireno, logrando una densidad de 148.60 kg/m<sup>3</sup>, lo cual representa un incremento del 2.44% en comparación con los resultados obtenidos por Alvares y Meca (2019) en su estudio.

Antes del tratamiento térmico realizado por Alvares y Meca, el Poliestireno presentaba un porcentaje de absorción del 4.4%, y después del tratamiento, este disminuyó en un 2%. En nuestro caso, al realizar el tratamiento térmico en nuestro material, la absorción también disminuyó, pasando del 4.62% al 1.8%. Como consecuencia, es claro que el proceso de tratamiento térmico aplicado

para modificar el poliestireno expandido tiene un impacto significativo en la mejora de sus propiedades.

Del mismo modo, en el estudio realizado por Anchayhua (2021), se obtuvieron resultados diferentes en cuanto al agregado fino utilizado, en su investigación, el agregado fino presentó un módulo de fineza de 3.08, un contenido de humedad del 3.69% y un porcentaje de absorción del 1.61%. En contraste, en nuestro estudio empleamos un agregado fino con un módulo de fineza de 3.48, un contenido de humedad del 7% y un porcentaje de absorción del 1.4%. Es importante destacar que estos valores pueden variar según la ubicación geográfica o la cantera de origen del agregado.

Viéndose lo anterior se puede corroborar y dar la terminología de agregado fino a usar ya que cumple con lo descrito por Rivva (1992), quien determina al agregado fino a aquel material que pasa por el tamiz 4.75mm (4”).

Por otro lado, surge un desafío significativo en la construcción con tierra, ya que no existen parámetros estandarizados para el suelo a utilizar. Estos parámetros varían según el lugar, y es fundamental realizar ensayos para determinar las características del suelo si se desea utilizar en la construcción.

Según el ensayo realizado en un suelo obtenido de centro poblado Lucas Cutivalu, utilizado en la fabricación del ladrillo ecológico de esta investigación, se clasificó como tipo CL - ML (arcilla limosa, mezclas de arcilla y limo) según S.U.C.S. y como suelo tipo A-4(6) (Suelos limosos de arena y arcilla de baja a mediana compresión) según AASHTO. Este suelo presentó un LL (Límite Líquido) de 25%, un LP (Límite Plástico) de 21%, por lo tanto, se tuvo un IP (Índice de Plasticidad) de 4%, así mismo se tuvo un peso específico de 2.601.

En la investigación realizada por Andrade y De La Cruz (2021), emplearon un suelo clasificado como SM (arena limosa en una mezcla de limo y arena) según S.U.C.S., también para AASHTO se clasificó como un suelo de tipo A-2-4 (0) (grava con una mezcla de arena arcillosa o limosa) obtenido de la construcción y remodelación de un edificio en la Molina – Lima, así mismo dicho suelo presentó un Límite Líquido de 17.9%, un Límite Plástico de 16.7% y un Índice de Plasticidad de 1.2%.

Andrade y De la Cruz (2021), realizaron su dosificación referente a otras investigaciones, en cambio la dosificación diseñada por Alvares y Meca (2019) fue basada en la Guía ACI 523 – 3R – 14, cuya dosificación diseñada fue 379.29 kg de cemento, 1108.87 kg de arena, 231.84 L de agua y 30.10 kg de poliestireno expandido modificado para 1 m<sup>3</sup> de concreto, cabe mencionar que según Rivva (1992), menciona que el diseño de mezcla es la correcta elección de los materiales para combinarlos de una manera que sea óptima para una determinada cantidad de mezcla en m<sup>3</sup>, por ello acogiéndonos en la misma Guía ACI 523 – 3R – 14, obtuvimos una dosificación de 398.83 kg de cemento, 103.23 L de agua, 711.79 kg de agregado fino (tierra) y 66.15 kg de espuma (poliestireno expandido) para un 1 m<sup>3</sup> mezcla, esta diferencia grande de los resultados se debe en primer lugar al tipo de A. fino utilizado ya que es muy diferente a una arena usada por Alvares y Meca, en segundo lugar la diferencia nace porque el diseño realizado por nosotros se basa en una resistencia a la compresión de 58 kg/cm<sup>2</sup> a diferencia de ellos que buscaron una resistencia mayor.

Según la NTP E.070 las unidades de albañilería alveolar es aquella unidad tiene alveolos en su interior por lo que es muy usado en la construcción de albañilería armada además que se asienta la necesidad de usar mortero, además por lo mencionado anteriormente, se puede corroborar que nuestros ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida, por sus características físicas se considera un ladrillo alveolar.

De acuerdo a Aguirre (2004), la variación dimensional de cada arista de la unidad de albañilería se determina mediante el cálculo del cociente entre la desviación estándar y el promedio de la muestra, multiplicado por 100. Este valor se conoce como coeficiente de variación y se expresa en porcentaje. Por consiguiente, los resultados obtenidos en el ensayo de variación dimensional fueron de +1.01% para el largo, -2.82% para el ancho y 0.20% para el alto. Estos resultados cumplen con los estándares establecidos en la NTP E.070.

Alvares y Meca (2019), en el ensayo de alabeo en las unidades de albañilería a base de poliestireno expandido obtuvieron como resultado una convexidad de 0.00 mm y una concavidad de 0.00 mm dando como satisfactorio su resultado, sin embargo, en nuestros resultados del ensayo de alabeo tuvimos una

convexidad de 0.125 mm y una concavidad de 1.75 mm, lo cual según la NTP E070 nos dice que el ladrillo Tipo I tendrá un alabeo máximo de 10mm, por ende, cumple con la normativa.

Alvares y Meca (2019), en su ensayo de porcentaje de absorción de los bloques de concreto obtuvieron un porcentaje de 5.792% con un peso unitario de 1679.01 kg/m<sup>3</sup>, sin embargo, en nuestros ladrillos obtuvimos un % de absorción de 8.66% y un peso unitario de 1246.50 kg/m<sup>3</sup> todos estos datos obtenidos varían según las características del agregado, también como su peso específico, se puede verificar que cuanto menos densidad se quiere alcanzar se debe usar más cantidad de poliestireno expandido, lo que es lógico ya que es el material liviano en el diseño de la mezcla, por lo que se logró un concreto liviano como establece la guía ACI 523 – 3r – 14.

Curo y Yupanqui (2020) obtuvieron una resistencia a la compresión promedio de los bloques de 59.21kg/cm<sup>2</sup>, mientras que Andrade y De la Cruz (2021), obtuvieron una resistencia a la compresión de 33.3kg/cm<sup>2</sup>, casi la mitad del obtenido por Curo y Yupanqui, en cambio en nuestra investigación la resistencia promedio de los ladrillos fue de 57.53kg/cm<sup>2</sup>, estos varían relativamente con los de Curo y Yupanqui, tal vez por la diferencia en el diseño de mezcla que se utilizó.

Según la NTP E.070 (2019) clasifica los ladrillos en Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V, cuyas resistencias mínimas son 50 kg/cm<sup>2</sup>, 70 kg/cm<sup>2</sup>, 95 kg/cm<sup>2</sup>, 130 kg/cm<sup>2</sup> y 180 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, dicho esto nuestro ladrillo se considera un ladrillo Tipo I con una resistencia promedio de 55.85 kg/cm<sup>2</sup>.

Por último, Trinidad y Chombo (2018), realizó el análisis de costos y presupuesto para un ladrillo ecológico lo cual le dio como resultado S/ 0.73, teniendo un aumento de S/0.11 con un ladrillo tradicional lo cual es de S/ 0.62, sin embargo, Alvares y Meca (2019) para la fabricación de una unidad de albañilería a base de poliestireno expandido tuvieron un precio de S/ 2.41 resultando S/ 0.39 más barato respecto a una unidad de concreto tradicional según su investigación; en cambio en nuestro análisis de precios unitarios para la elaboración de ladrillos ecológicos LTC obtuvimos un costo de S/ 1.00, lo cual es S/ 0.10 más caro que

un ladrillo pandereta acanalado de 23cm x 11cm x 9cm según ficha técnica de anexo 35, estos datos varían de acuerdo a cada zona donde se vayan a adquirir los materiales y la mano de obra, cabe resaltar también que si bien es cierto en la investigación de Alvares y Meca (2019) el precio es considerablemente más alto a pesar de que elaboraron un ladrillo con el mismo procedimiento que el diseñado en esta investigación, pero la diferencia se debe que ellos diseñaron un ladrillo sólido y nosotros un ladrillo alveolar, justificando que este último tiene menor precio porque se usó un material propio como agregado fino y además contiene menos volumen neto, así mismo ellos usaron un material extraído de cantera, mientras que en nuestra investigación se ha usado un material propio del centro poblado Lucas Cutivalu.

## VI. CONCLUSIONES

1. Fue posible determinar el diseño de ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido, basado en un diseño de mezcla de concreto liviano según la norma ACI 523 – 3R – 14, considerando que se elaboró con dimensiones de 25cm x 12.5cm x 9cm, teniendo en cuenta que la norma E.070 define como ladrillos a las unidades de albañilería que tengan dimensiones y un peso que permita ser manipulado con una sola mano.
2. Se determinó que la dosificación para la fabricación de los 50 ladrillos tomados como población consta de 27.74% de cemento, 11.61% de agua, 57.36% de tierra (agregado fino) y 4.21% de poliestireno expandido (espuma), y una relación 1: 2.07 / 0.15.
3. También, se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida con adición de poliestireno expandido, por lo que podemos concluir que el ladrillo diseñado es de tipo I como lo indica la NTP E.070 Albañilería en el apartado 3.1.2. Clasificación para fines estructurales, sin embargo, en el ámbito real de la construcción no se debe trabajar con parámetros mínimos, descartando la posibilidad de ser usados con fines estructurales, pero dado a la resistencia que presentan podrán ser usados en muros no estructurales. Así mismo se puede concluir que este se puede considerar como liviano ya que es un ladrillo de baja densidad; por otro lado, se debe tomar en cuenta la relación que tiene el poliestireno expandido ya que este influye mucho en la densidad, es decir, a más poliestireno expandido en la mezcla será más liviano el ladrillo, pero la desventaja existente es que reduce su resistencia a la compresión.
4. Por otro lado, se concluye que el costo del ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida para uso no estructural adicionando poliestireno expandido es beneficioso, si bien es cierto tiene un precio unitario de S/ 1.00, es decir, S/ 0.10 más caro que un ladrillo pandereta acanalado 23x11x9cm el cual cuesta S/ 0.90, sin embargo se puede concluir que es beneficioso porque además presenta mejores propiedades tanto físicas

como mecánicas, como lo es su resistencia a la compresión, baja densidad, propiedades térmicas y además que es un ladrillo de fabricación natural totalmente ecológico para ser usado en muros no estructurales.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Al momento de realizar el diseño de mezcla siguiendo los lineamientos de norma ACI 523 – 3R – 14 es importante tener en cuenta la densidad que se quiere alcanzar, debido a que hay una relación inversamente proporcional entre esta y la espuma (poliestireno expandido) y una relación directamente proporcional entre la misma y la resistencia mínima a la compresión, en otras palabras cuanto menor densidad se quiera alcanzar, mayor cantidad de poliestireno se usara y al mismo tiempo el ladrillo tendrá menor resistencia mínima a la compresión.
2. Para una buena toma de muestra respecto a la población se debe considerar que los ladrillos a ensayar deben ser elegidos en base a sus características de acabado; así mismo estos deben de ser curados correctamente durante 28 días como mínimo en pro de alcanzar su resistencia máxima y así poder ser usados y procesados en los ensayos de verificación de sus propiedades tanto físicas como mecánicas.
3. Por otro lado, para un correcto acabado de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida se debe regular el prisma de la maquina CINVA-RAM, ya que esta trabaja con una palanca compresora que dependiendo de la cantidad de mezcla que se vierta en el molde adopta una diferente altura de ladrillo.
4. Es importante considerar los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida en las construcciones, debido a que ofrecen un acabado de alta calidad, lo que elimina la necesidad de realizar actividades de tarrajeo; además, facilitan la instalación de sistemas sanitarios y eléctricos debido a la presencia de alveolos en su diseño.
5. Es necesario que el Ministerio del Ambiente valore la relevancia de los ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida en términos medioambientales, a fin de promover su difusión en la sociedad. Es importante destacar que una excelente propuesta consiste en utilizar poliestireno expandido como adición, dado que este material tiene un bajo impacto ambiental y ofrece propiedades térmicas que brindan una respuesta favorable frente a los cambios climáticos.



## REFERENCIAS

**ABANTO, Flavio. 2009.** *Tecnología del Concreto*. 2da ed. Lima : San Marcos E.I.R.L., 2009.

**AGUILAR, Armando. 2017.** *Fabricación de bloques ecológicos a base de material producto de la construcción. Tesis (Magister en Ingeniería Civil)*. México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.

**AGUIRRE, Dionisia. 2004.** *Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín. Tesis (Magíster en Ingeniería Civil)*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2004.

**ALVAREZ, Miguel y MECA, Irvin. 2019.** *Diseño de unidades de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido, Piura- 2018. Tesis (Ingeniero Civil)*. Piura : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

**ANCHAYHUA, Jaime. 2021.** *Elaboración de Ladrillos Ecológicos Empleando Poliestireno como Mejora a la Sismoresistencia en Viviendas Unifamiliares, San Juan de Lurigancho-2021. Tesis (Ingeniero Civil)*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.

**ANDRADE, Thalia y DE LA CRUZ, Sergio. 2021.** *Diseño Sismorresistente Empleando Albañilería Confinada con Ladrillos Ecológicos en una Vivienda de 3 Pisos, Las Delicias de Villa – Chorrillos 2021. Tesis (Ingeniero Civil)*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.

**BERUMEN, Alejandra, y otros. 2022.** SciELO Analytics. *Environmental and human health effects caused by the Mexican bricks factories*. [En línea] agosto 15, 2022. [Citado el: mayo 10, 2023.] [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0036-36342021000100100&script=sci\\_arttext.0063-3634](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0036-36342021000100100&script=sci_arttext.0063-3634).

**CAMACHO, Adriana y MENA, María. 2018.** *Diseño y Abricación de un Ladrillo Ecológico Comomaterial Sostenible de Construcción y Comparación De Suspropiedades Mecánicas con un Ladrillo Tradicional. Tesis (Ingeniero Civil)*. Quito : Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2018.

**COLE, Lynwood. 2014.** *Polystyrene Synthesis, Characteristics and Applications*. New York : Nova Science Publishers, Inc., 2014. 978-1-63321-371-5.

**CURO, Edwin y YUPANQUI, Carlos. 2020.** *Propuesta de bloques de anclaje comprimidos en concreto y poliestireno para mejoramiento de la resistencia del concreto en muros portantes Piura 2019. Tesis (Ingeniero Civil)*. Piura : Universidad Cesar Vallejo, 2020.

**ENAPE. 2011.** El uso de poliestireno expandido en obras de Ingeniería Civil [en línea]. [En línea] Julio 2011. [Citado el: Mayo 29, 2023.] <https://grupoisotex.com/wp-content/uploads/2015/04/USO-DEL-EPS-EN-OBRAS-DE-INGENIERIA-CIVIL.pdf>.

**GARCIA, Natalia y al.], [et. 2016.** Evaluación de las propiedades mecánicas del poliestireno expandido [en línea]. [En línea] N°476, 2016. [Citado el: Mayo 26, 2023.] <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt476.pdf>. 0188-7297.

**GONZALO, Naiza. 2017.** *Aplicación del poliestireno expandido en la fabricación de Unidades de concreto liviano para muros de tabiquería en la Ciudad de Arequipa. Tesis (Ingeniero Civil)*. Arequipa : Universidad Católica de Santa María, 2017.

**HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. 2014.** *Metodología de la investigación*. New York : McGraw-Hill, 2014.

*Hormigones con agregados livianos.* **ARAMAYO, Gabriel, y otros. 2003.** Argentina : Universidad Nacional de Rosario, setiembre 5, 2003.

**2020.** Knauf Industries. *Poliestireno Expandido*. [En línea] mayo 6, 2020. [Citado el: mayo 22, 2023.] <https://knauf-industries.es/poliestireno-expandido/>.

**KOSMATKA, Steven, y otros. 2004.** *Diseño y control de mezcla de concreto*. s.l. : Portland Cement Association, 2004. 0-89312-233-5.

**KOTHARI, C. R. 2004.** *Research methodology: Methods and techniques*. Washington : New Age International, 2004.

**LAPA, Jordy. 2020.** *Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo.* Tesis (Ingeniero Civil). Huancayo : Universidad Continental, 2020.

**LOPEZ, Juan y GUERRERO, Carlos. 2020.** *Elaboracion de bloques ecologicos implementando sistemas de produccion alternativos, para la construccion de viviendas sostenibles y sustentables.* Tesis (Constructor en Arquitectura e Ingenieria). Colombia : Universidad Santo Tomas, 2020.

**MONTORO, Ydelma.** wordpress. *Gestión Ambiental de la industria ladrillera en el Distrito de Quilcas, Provincia de Huancayo.* [En línea] [Citado el: mayo 10, 2023.] <https://ymeldamontorozamora.wordpress.com/proyecto-de-investigacion/>.

**NEUMAN, W. L. 2014.** *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches.* Pearson. [ed.] Pearson Education Limited. New York : Pearson New International Edition, 2014. 1447965574, 9781447965572.

**Norma Técnica Peruana 400.037. 2014.** *Agregados, especificaciones normalizadas para agregados en hormigon (concreto).* 3era ed. Lima : Indecopi, 2014.

**PARNISARI, O. 2014.** Ladrillos Ecológicos. [En línea] 2014. [Citado el: MAYO 22, 2023.] [http://www.ladrillosecologicos.com.ar/..](http://www.ladrillosecologicos.com.ar/)

**PASQUEL, Enrique. 1998.** *Temas de tecnología del concreto en el Perú.* 2da. Lima : Colegio de Ingenieros del Perú, 1998.

**PAULINO, Jean y ESPINO, Ronald. 2017.** *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú.* Tesis (Ingeniería Civil). Perú : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2017.

*Population and sample selection criteria in social science research: A systematic review.* **JOHNSON, M. T. y SMITH, K. L. 2019.** s.l. : PLOS ONE, 2019, Vol. 14(4).

**Producto. 2022.** Asociación nacional de poliestireno expandido. [En línea] Junio 31, 2022. [Citado el: Mayo 05, 2023.] <https://anape.es/producto/>.

**R.N°057-2017-INACAL/DN. 2017.** *Norma Técnica Peruana 399.613.* Lima : INACAL, 2017.

**R.N°10-2015-INACAL/DN. 2015.** *Norma Técnica Peruana 399.601.* Lima : INACAL, 2015.

**REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.** *Asociacion de academias de la lengua española. s.f.*

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 310-2020-VIVIENDA. 7 de diciembre de 2020.** *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.070 Albañilería.* Lima, Perú : s.n., 7 de diciembre de 2020.

**RIVVA, Enrique. 1992.** *Tecnología del concreto Diseño de Mezclas.* Lima : Hozlo S.C.R.L, 1992.

**SALAZAR, Andres y SOLIS, Waldir. 2019.** *Analisis de la resistencia a la compresion de bloques de albañilería incorporando poliestireno expandido para ser utilizado como tabiquería. Tesis (Ingeniería Civil).* Piura : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

*Técnicas de recolección de datos para una investigación de calidad.* **GARCÍA, M. 2020.** 2, 2020, Investigación y Ciencia Social, Vol. 27, págs. 45-58.

**TRINIDAD, Gerson y CHOMBO, Roberth. 2018.** *Diseño estructural de una vivienda con sistema albañilería confinada utilizando ladrillos ecológicos LTC en San Juan de Lurigancho - 2018. Tesis (Ingeniero Civil).* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018.

**VIDAURRE, Gerson y RIVERA, Danni. 2021.** *Influencia de la aplicación de poliestireno extruído en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto. Tesis (Ingeniero Civil).* Piura : Universidad Cesar Vallejo, 2021.

**ZAFRA, Jeanpierre. 2014.** *Características físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto fabricados en la ciudad de San Marcos - Cajamarca. Tesis (Ingeniero Civil).* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

## ANEXOS

### ANEXO 1 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

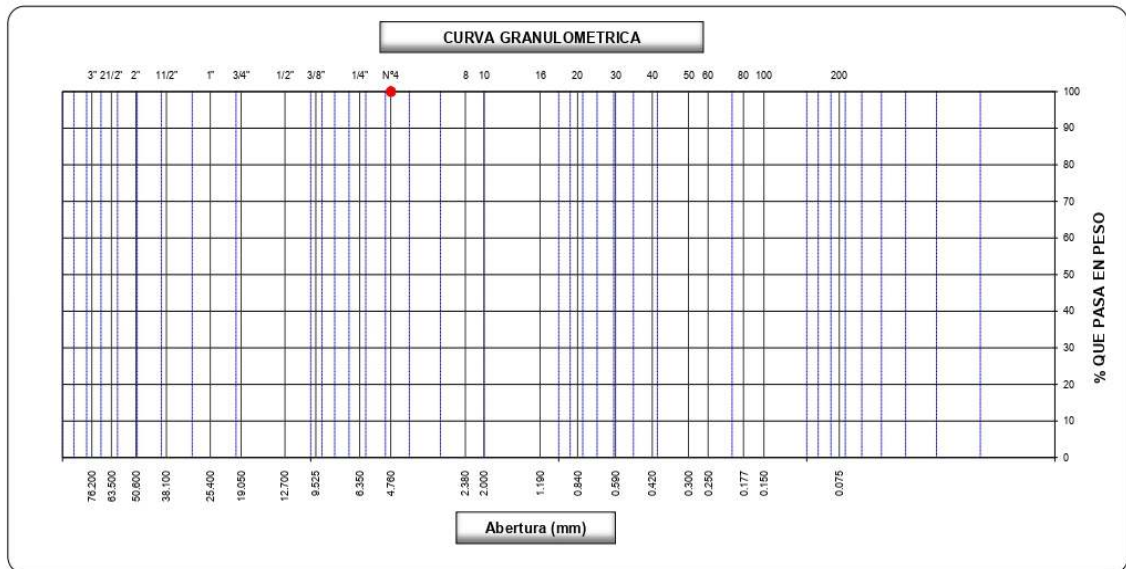
<i>VARIABLE DE ESTUDIO</i>	<i>DEFINICION CONCEPTUAL</i>	<i>DEFINICION OPERACIONAL</i>	<i>DIMENSIONES</i>	<i>INDICADORES</i>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>				
<b>Poliestireno Expandido</b>	Según Knauf Industries (2020), el polietileno expandido modificado es una resina sintética compuesta del 98% de aire comúnmente utilizada en la fabricación de diversos productos y aplicado en diferentes sectores industriales.	Se determinará mediante una cantidad de Poliéstireno expandido modificado las propiedades físicas mediante ensayos de laboratorio.	Propiedades físicas	Densidad
				Absorción
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>				
<b>ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida</b>	Según Ecología Verde (2018). Ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida son un tipo de material de utilizado para muros con refuerzos verticales. Estos ladrillos están diseñados para ser más sostenibles y respetuosos.	Se determinarán las propiedades físicas y mecánicas que presentan lo Ladrillos ecológicos alveolares de tierra comprimida, mediante ensayos de laboratorio bajo los lineamientos de la normativa peruana.	Propiedades físicas	Dimensionamiento
				Variación dimensional
				Absorción
				Densidad
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (Instrumento de recolección de datos)

PROYECTO	:		
MATERIAL	:		ING. RESP. :
CANTERA	:		TÉCNICO :
TRINCHERA	:		REALIZADO POR :
MUESTRA	:		FECHA :
SOLICITA	:		N° ENSAYO :

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						<b>1. Peso de Material</b>
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) _____
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) _____
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						<b>2. Características</b>
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo _____
1"	25.400						Tamaño Máximo Nominal _____
3/4"	19.000						Grava (%) _____
1/2"	12.700						Arena (%) _____
3/8"	9.520						Finos (%) _____
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%) _____
N° 4	4.750				100.0		<b>3. Clasificación del Material según Geología y Geotécnica y Pavimentos MTC.</b>
N° 8	2.360						Limite Líquido (%) _____
N° 10	2.000						Limite Plástico (%) _____
N° 16	1.190						Indice de Plasticidad (%) _____
N° 20	0.850						Clasificación según Índice de plasticidad: _____
N° 30	0.600						
N° 40	0.420						Clasificación SUCS _____
N° 50	0.300						Clasificación AASHTO _____
N° 60	0.250						Clasificación por Índice de Grupo: _____
N° 80	0.180						Categoría Subrasante _____
N° 100	0.150						
N° 200	0.075						
Pasante							



## ANEXO 3 LÍMITE DE CONSISTENCIA (Instrumento de recolección de datos)

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			
PROYECTO	:		
	:		
MATERIAL	:		ING. RESP. :
CANTERA	:		TÉCNICO :
TRIN CHERA	:		REALIZADO POR :
MUESTRA	:		FECHA :
SOLICITA	:		N° ENSAYO :

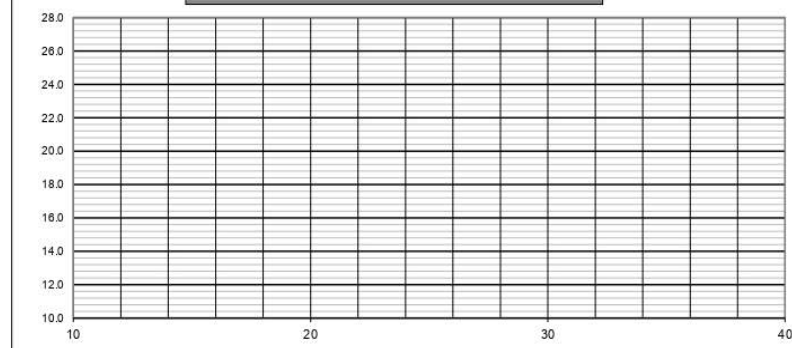
### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro									
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.								
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.								
Peso de Tarro	gr.								
Peso de Agua	gr.								
Peso del Suelo Seco	gr.								Limite Liquido
Contenido de Humedad	%								
Numero de Golpes									

### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro									
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.								
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.								
Peso de Tarro	gr.								
Peso de Agua	gr.								
Peso de Suelo seco	gr.								Limite Plastico
Contenido de Humedad	%								

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



#### Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido

Limite Plastico

Indice de Plasticidad

#### Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

## ANEXO 4 CONTENIDO DE HUMEDAD (Instrumento de recolección de datos)


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
PROYECTO :			
0 :			
MATERIAL :		ING. RESP. :	
CANTERA :		TÉCNICO :	
TRINCHERA :		REALIZADO POR :	
MUESTRA :		FECHA :	
SOLICITA :		N° ENSAYO :	

### 1. Contenido de Humedad Muestra Integral :



Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		





# ANEXO 5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Instrumento de recolección de datos)

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> <small>RUC: 29602407021</small> <b>Sistema Integral de Geotecnia</b> <b>Suelos y Pavimentos</b> <small>Tel: 073-501000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro</small> <small>Dirección: Calle Arceles N° 308 - Bellavista - Suiza - Puno</small> <small>(mail: geopav_mcastro@hotmail.com / punter_castro@hotmail.com / consultgeopav@gmail.com)</small>								
 <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>								
<b>OBRA</b>								
<b>SOLICITANTE :</b>								
<b>UBICACIÓN :</b>								
UNIDADES DE ALBANILERIA								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA								
NORMA NTP 639.13								
<b>TÉCNICO :</b> : G.M.C.								
<b>HECHO POR :</b> : E.C.G.								
<b>FECHA :</b> 5/06/2023								
No.	Registro Nº	Identificación de la Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Area Bruta (cm2)	Carga Máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1	Unidad de ladrillo						
2	2							
3	3							
4	4							
5	5	Unidad de ladrillo						
6	6							
7	7							
8	8							
9	9	Unidad de ladrillo						
10	10							
11	11							
12	12							
13	7	Unidad de ladrillo						
14	8							
9	9							
10	10							
<b>OBSERVACIONES:</b>							PROMEDIO	
<b>ELABORADO POR:</b>								
<b>Firma:</b> 								
<b>Nombre:</b> GILMER M. QUIROGA CASTRO								
<b>Cargo:</b> TÉCNICO DE LABORATORIO								
<b>Fecha:</b>								


## ANEXO 6 ENSAYO DE ABSORCIÓN (Instrumento de recolección de datos)

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> <small>RUC: 20002407021                      Sistema Integral                      de Geotecnia                      Suelos y Pavimentos</small> <small>Tel: 073-601000 Cel: 979195722 Movistar - Cel: 986279811 Claro                      Dirección: Calle Arceles N° 300 - Bellavista - Sucre - Puno                      Email: geopav_mestr@hotm.com / punter_mestr@hotm.com / consultgeopav@gmail.com</small> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS								
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>								
OBRA								
SOLICITANTE :								
UBICACIÓN :								
<b>UNIDADES DE ALBANILERIA</b>								
<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN (0%)</b> NORMA NTP 639.13								
TÉCNICO :								
HECHO POR :								
FECHA :								
Registo Nº	Identificación de la Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	PESO 1 (gr) A	PESO 2 (gr) D	AREA BRUTA (cm2)	ABSORCIÓN % de absorción = ((A - D) / D * 100)	
1	1							
2	2							
3	3							
4	4							
5	5							
6	6							
7	7							
8	8							
9	9							
10	10							
11	11							
12	12							
OBSERVACIONES:							PROMEDIO	
ELABORADO POR:								
Firma:	 GILMER MANRIQUE CASTRO TECNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST. TECNICO RD 100-2012							
Nombre:								
Cargo:	Técnico de Laboratorio							
Fecha:								

# ANEXO 7 MEDIDAS Y TAMAÑOS (Instrumento de recolección de datos)

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> <small>RUC: 20002407021</small> <b>Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos</b> <small>Tel: 073-601000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro</small> <small>Dirección: Calle Arceles N° 308 - Bellavista - Distrito - Lima</small> <small>mail: geopav_maestro@hotmail.com / junter_castro@hotmail.com / consultgeopav@gmail.com</small>							
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>							
OBRA							
SOLICITANTE :							
UBICACIÓN :							
<b>UNIDADES DE ALBANILERIA</b>							
<b>MEDIDAS Y TAMAÑOS</b> NORMA NTP 639.13							
TÉCNICO :							
HECHO POR :							
FECHA :							
No	Registro N°	Identificación de la Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)		
1	1	Unidad de ladrillo					
2	2						
3	3	Unidad de ladrillo					
4	4						
5	5	Unidad de ladrillo					
6	6						
7	7	Unidad de ladrillo					
8	8						
9	9	Unidad de ladrillo					
10	10						
11	11	Unidad de ladrillo					
12	12						
13	13	Unidad de ladrillo					
14	14						
15	15	Unidad de ladrillo					
16	16						
17	17	Unidad de ladrillo					
18	18						
15	15	Unidad de ladrillo					
16	16						
17	17	Unidad de ladrillo					
18	18						
19	19	Unidad de ladrillo					
20	20						
21	21	Unidad de ladrillo					
22	22						
<b>PROMEDIO</b>							
<b>VARIACIÓN</b>							
<b>ELABORADO POR:</b>							
Firma:	 <b>GILMER MACARIO CASTRO</b> <small>TECNICO LABORATORISTA</small> <small>SUELOS, ACEROS Y CONCRETO</small> <small>EST. NACIONAL RD 160-7912</small>						
Nombre:	<b>GILMER MACARIO CASTRO</b>						
Cargo:	<b>Técnico de Laboratorio</b>						
Fecha:							

# ANEXO 8 PESO UNITARIO (Instrumento de recolección de datos)



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407051  
 Sistema Integral  
 de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos  
 Tel: 073-601000 Cel: 979195722 Movistar - Cel: 986279811 Claro  
 Dirección: Calle Avenida N° 288 - Barro Colorado - Suiza - Pinar  
 Email: geopav CONSULTGEOPAV.COM / JUNIOR CASTRO@consultgeopav.com / consultgeopav@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA:

SOLICITANTE:

UBICACIÓN:

**UNIDADES DE ALBANILERIA**

**PESO UNITARIO**  
NORMA NTP 639.13

TÉCNICO:


HECHO POR:

FECHA:

#	Registro N°	Identificación de la Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Volumen (m3)	Peso (kg)	Peso Unitario (kg/m3)
1	1	Unidad de ladrillo						
2	2							
3	3	Unidad de ladrillo						
4	4							
5	5	Unidad de ladrillo						
6	6							
7	7	Unidad de ladrillo						
8	8							
9	9	Unidad de ladrillo						
10	10							
11	11	Unidad de ladrillo						
12	12							
13	13	Unidad de ladrillo						
14	14							
15	15	Unidad de ladrillo						
16	16							

OBSERVACIONES:

	PROMEDIO	
--	----------	--

Firma:		
Nombre:	GILMER M. QUE CASTRO	
Cargo:	TÉCNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST. SERVICIO RD 100-2012	
Fecha:		

## ANEXO 9 DISEÑO DE MEZCLA (Instrumento de recolección de datos)

DISEÑO DE MEZCLA (GUIDE FOR CELLULAR CONCRETES ABOVE 50 lb/ft <sup>3</sup> (800 kg/m <sup>3</sup> ) (ACI 523.3R-14)	
PROYECTO	:
REALIZADO POR	:
MUESTRA	:
UBICACIÓN	:
FECHA	:

ESPECIFICACIONES			
A. FINO	:	F'c	: Kg/cm <sup>2</sup>
ESPUMA	:	Cemento	:

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES				
ENSAYOS	CEMENTO	A. FINO	ESPUMA	AGUA
PESO ESPECIFICO (gr/cm <sup>3</sup> )				
RENDIMIENTO DE ESPUMA				
DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )				
HUMEDAD (%)				
ABSORCIÓN (%)				

DOSIFICACION	
PREVIA (Kg)	CORREGIDA (Kg)
CEMENTO (Kg/m <sup>3</sup> )	
AGUA (Kg/m <sup>3</sup> )	
A. FINO (Kg/m <sup>3</sup> )	
ESPUMA (Kg/m <sup>3</sup> )	

CANTIDADES REQUERIDAS PARA UNA TANDA		
VOLUMEN DE TANDA	:	m <sup>3</sup>
		Kg
		%
CEMENTO (Kg/m <sup>3</sup> )		
AGUA (Kg/m <sup>3</sup> )		
A. FINO (Kg/m <sup>3</sup> )		
ESPUMA (Kg/m <sup>3</sup> )		

## ANEXO 10 EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO 01

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

CARTA N° 001/ASPM-ASF

Estimada: Ing. Soto Moran Karol

Me es grato saludarla

Le pido amablemente su ayuda y disponibilidad para participar en el proceso de validación de un instrumento destinado a una investigación aplicada en el ámbito educativo; en este sentido, se le proporciona el instrumento que será evaluado, así como el formato que le permitirá compartir sus opiniones sobre cada ítem del mismo.

Tanto mi asesor de tesis, el Mg. Ing. Prieto Monzón Pedro, como yo, agradecemos sinceramente su valiosa colaboración en el desarrollo de esta tesis.

Sin más que decir, reciba mis saludos y bendiciones.

Piura, 10 de mayo 2023



---

**Piñarreta Merino Alexander**



---

**Sánchez Fernández Alessandro**

## ANEXO 11 EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO 02

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

CARTA N° 002/ASPM-ASF

Estimada: Ing. Seminario Vera Anna

Me es grato saludarla

Le pido amablemente su ayuda y disponibilidad para participar en el proceso de validación de un instrumento destinado a una investigación aplicada en el ámbito educativo; en este sentido, se le proporciona el instrumento que será evaluado, así como el formato que le permitirá compartir sus opiniones sobre cada ítem del mismo.

Tanto mi asesor de tesis, el Mg. Ing. Prieto Monzón Pedro, como yo, agradecemos sinceramente su valiosa colaboración en el desarrollo de esta tesis.

Sin más que decir, reciba mis saludos y bendiciones.

Piura, 10 de mayo 2023



---

**Piñáreta Merino Alexander**



---

**Sánchez Fernández Alessandro**

## ANEXO 12 EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO 03

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

CARTA N° 003/ASPM-ASF

Estimada: Ing. Villan Bazan Carlos

Me es grato saludarla

Le pido amablemente su ayuda y disponibilidad para participar en el proceso de validación de un instrumento destinado a una investigación aplicada en el ámbito educativo; en este sentido, se le proporciona el instrumento que será evaluado, así como el formato que le permitirá compartir sus opiniones sobre cada ítem del mismo.

Tanto mi asesor de tesis, el Mg. Ing. Prieto Monzón Pedro, como yo, agradecemos sinceramente su valiosa colaboración en el desarrollo de esta tesis.

Sin más que decir, reciba mis saludos y bendiciones.

Piura, 10 de mayo 2023



---

**Piñáreta Merino Alexander**



---

**Sánchez Fernández Alessandro**



# ANEXO 13 INFORME DE OPINIÓN DE EVALUACION DEL EXPERTO 01

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: *Villar Bazan Carlos Enrique*  
 Institución donde labora: *CYJB Constructores SAC*  
 Especialidad: Ingeniería Civil  
 Instrumento de evaluación: *Ficha de observación*  
 Autor(s) del instrumento (s): *Piñarreta Merino y Sanchez Fernandez*

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

SI (1) - NO (0)

CRITERIOS	INDICADORES	SI	NO
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, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a las variables.		X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permite hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos.	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 responde a los objetivos, hipótesis y variables 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 las variables	X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovador.	X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X	
PUNTAJE TOTAL (PROMEDIO DE VALORACIÓN)		0	9

### OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

*Instrumento Aplicable*



Carlos Enrique Villar Bazán  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 249391

Piura, 19 de JUNIO de 2023

FIRMA DEL EXPERTO

## ANEXO 14 INFORME DE OPINIÓN DE EVALUACION DEL EXPERTO 02

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

**DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: *Seminario Vera Anna Elizabeth*  
 Institución donde labora: *CVJB Constructores S.A.C.*  
 Especialidad: Ingeniería Civil  
 Instrumento de evaluación: *Ficha de Observación*  
 Autor(s) del instrumento (s): *Pimentón Merino y Sanchez Fernandez*

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

SI (1) - NO (0)

CRITERIOS	INDICADORES	SI	NO
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, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a las variables.	X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permite hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos.	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 responde a los objetivos, hipótesis y variables 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 las variables	X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovador.	X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X	
PUNTAJE TOTAL (PROMEDIO DE VALORACIÓN)		1	0

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

*Instrumento aplicable*

---



---

  
 ANNA ELIZABETH  
 SEMINARIO VERA  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 292663

Piura, 16 de junio de 2023

FIRMA DEL EXPERTO

## ANEXO 15 INFORME DE OPINIÓN DE EVALUACION DEL EXPERTO 03

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

**DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Soto Moran Cecilia Karol  
 Institución donde labora: independiente  
 Especialidad: Ingeniería Civil  
 Instrumento de evaluación: ficha de observación  
 Autor(s) del instrumento (s): Piñarreta Merino y Sánchez Fernández

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

SI (1) - NO (0)

CRITERIOS	INDICADORES	SI	NO
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, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a las variables.		X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permite hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos.	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 responde a los objetivos, hipótesis y variables 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 las variables	X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovador.	X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X	
PUNTAJE TOTAL (PROMEDIO DE VALORACIÓN)		0	8

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

Instrumento Aplicable



Piura, 20 de Junio de 2023

-----  
 CECILIA KAROL SOTO MORAN  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 234716

**FIRMA DEL EXPERTO**

## ANEXO 16 COEFICIENTE V DE AIKEN

Formula de V de Aiken:  $V=S/n(c-1)$

Donde:

S: suman de respuestas afirmativas




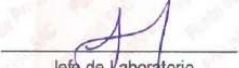

n: número de jueces

c: número de valores de la escala de evaluación

Items	Juez 1	Juez 2	Juez 3		Suma	V de Aiken
1	1	1	1	✓	3	1.00
2	1	1	1	✓	3	1.00
3	1	0	0	✓	1	0.33
4	1	1	1	✓	3	1.00
5	1	1	0	✓	2	0.67
6	1	1	1	✓	3	1.00
7	1	1	1	✓	3	1.00
8	1	1	1	✓	3	1.00
9	1	1	1	✓	3	1.00
10	1	1	1	✓	3	1.00
V de Aiken						0.90

El coeficiente V de Aiken es **0.90 > 0.80**, quiere decir que el instrumento de recolección de datos tiene una excelente validez

# ANEXO 17 CERTIFICADO DE CALIBRACION DE LA BALANZA KAMBOR N SERIE 12137784

 Laboratorio PP	<p style="text-align: center;"><b>Punto de Precisión SAC</b> LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033</p>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 066 - 2023</b>		
Página: 1 de 3		
<b>Expediente</b> : T 067-2023		La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
<b>Fecha de Emisión</b> : 2023-02-06		
<b>1. Solicitante</b> : CONSULTGEOPAV S.A.C.		Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.  PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Dirección</b> : CALAREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO- BELLAVISTA - SULLANA - PIURA		
<b>2. Instrumento de Medición</b> : BALANZA		
<b>Marca</b> : KAMBOR		
<b>Modelo</b> : NO INDICA		
<b>Número de Serie</b> : 12137784		
<b>Alcance de Indicación</b> : 2 000 g		
<b>División de Escala de Verificación ( e )</b> : 0,1 g		
<b>División de Escala Real ( d )</b> : 0,01 g		
<b>Procedencia</b> : NO INDICA		
<b>Identificación</b> : NO INDICA		
<b>Tipo</b> : ELECTRÓNICA		
<b>Ubicación</b> : LABORATORIO		
<b>Fecha de Calibración</b> : 2023-01-28		
<b>3. Método de Calibración</b>		
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.		
<b>4. Lugar de Calibración</b>		
LABORATORIO de CONSULTGEOPAV S.A.C. CAL AREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO- BELLAVISTA - SULLANA - PIURA		
 PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Laboratorio PP

# Punto de Precisión SAC

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 066 - 2023

Página: 2 de 3

### 5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	34,3	34,4
Humedad Relativa	41,0	41,0

### 6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022

### 7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 1 999,93 g para una carga de 2 000,00 g

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

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

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

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

### 8. Resultados de Medición

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 1 000,001 g			Carga L2= 2 000,002 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	1 000,02	0,007	0,017	2 000,01	0,009	0,004
2	1 000,01	0,005	0,008	2 000,01	0,006	0,007
3	1 000,01	0,009	0,005	2 000,01	0,007	0,006
4	1 000,04	0,006	0,038	1 999,99	0,004	-0,011
5	999,99	0,004	-0,010	2 000,00	0,008	-0,005
6	1 000,00	0,009	-0,005	2 000,00	0,006	-0,003
7	999,99	0,008	-0,014	2 000,00	0,008	-0,005
8	1 000,02	0,006	0,018	2 000,01	0,005	0,006
9	999,99	0,004	-0,020	2 000,02	0,007	0,016
10	1 000,00	0,006	-0,002	2 000,02	0,009	0,014
Diferencia Máxima			0,058	0,027		
Error máximo permitido ±			0,2 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

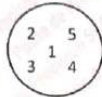
# Punto de Precisión SAC

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



Registro INACAL-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 066 - 2023  
Página: 3 de 3



### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Inicial Final

Temp. (°C) 34,3 34,3

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	AL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,200	0,20	0,005	0,000	600,000	600,05	0,007	0,048	0,048
2		0,20	0,009	-0,004		600,05	0,005	0,050	0,054
3		0,20	0,008	-0,001		600,04	0,009	0,036	0,037
4		0,20	0,008	-0,003		600,03	0,006	0,029	0,032
5		0,20	0,005	0,000		600,00	0,008	-0,003	-0,003
Error máximo permitido									± 0,2 g

(\*) valor entre 0 y 10 e

### ENSAYO DE PESAJE

Inicial Final

Temp. (°C) 34,3 34,4

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± amp (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,200	0,20	0,009	-0,004						
0,500	0,50	0,005	0,000	0,004	0,50	0,006	-0,001	0,003	0,1
5,000	5,00	0,008	-0,003	0,001	5,00	0,007	-0,002	0,002	0,1
20,000	20,00	0,006	-0,001	0,003	20,00	0,005	0,000	0,004	0,1
50,000	50,00	0,009	-0,004	0,000	50,00	0,009	-0,004	0,000	0,1
100,000	100,00	0,005	0,000	0,004	100,00	0,008	-0,001	0,003	0,1
500,000	500,01	0,007	0,008	0,012	500,00	0,008	-0,003	0,001	0,1
1 000,001	1 000,00	0,009	-0,005	-0,001	1 000,01	0,005	0,009	0,013	0,2
1 500,001	1 500,01	0,006	0,008	0,012	1 500,00	0,007	-0,003	0,001	0,2
1 800,001	1 800,00	0,008	-0,004	0,000	1 800,01	0,009	0,005	0,009	0,2
2 000,002	2 000,00	0,007	-0,004	0,000	2 000,00	0,007	-0,004	0,000	0,2

e.m.p. error máximo permitido

### Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,94 \times 10^{-8} \times R$$

### Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,39 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 1,29 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encontrado E<sub>c</sub>: Error en cero E<sub>g</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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

# ANEXO 18 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN COPA CASAGRANDE



Laboratorio PP

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

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 392 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : T 057-2023  
Fecha de emisión : 2023-02-01

1. Solicitante : CONSULTGEOPAV S.A.C.

Dirección : CAL AREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO- BELLAVISTA - SULLANA - PIURA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : NO INDICA  
Modelo de Copa : CL-204A  
Serie de Copa : 870

Contómetro : ANALÓGICO  
Marca de Contómetro : REDINGTON  
Modelo de Contómetro : 1-4635  
Serie de Contómetro : NO INDICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración  
CAL AREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO - BELLAVISTA - SULLANA - PIURA  
28 - ENERO - 2023

4. Método de Calibración  
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM22 - C - 0234 - 2022	INACAL - DM
MICROMETRO	INSIZE	DM22 - C - 0281 - 2022	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	33,8	33,8
Humedad %	38	38

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



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





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 392 - 2023

Página 2 de 2

## Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	U	K	L	M	a	b	c

DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	54,42	2,193	26,45	47,60	50,49	150,49	124,10	10,10	2,19	12,23
	54,38	2,092	26,85	47,60	50,46	150,57	124,10	10,03	2,12	12,24
	54,47	2,147	26,50	47,71	50,36	150,56	124,93	10,10	2,11	12,22
	54,45	2,105	26,50	47,20	50,36	150,55	124,72	10,03	2,13	12,26
	54,36	2,191	25,60	47,78	50,41	150,70	124,64	10,11	2,25	12,23
54,42	2,138	26,85	47,70	50,46	150,66	124,78	10,03	2,07	12,24	
PROMEDIO	54,42	2,14	26,46	47,60	50,42	150,59	124,55	10,07	2,15	12,24
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	0,42	0,14	-0,54	0,60	0,42	0,59	-0,45	0,07	0,15	-1,26

	Rango según norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	82 %

FIN DEL DOCUMENTO



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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# ANEXO 19 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TAMICES



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

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 378 - 2023

Página 1 de 4

Expediente : T 057-2023  
Fecha de emisión : 2023-02-01

1. Solicitante : CONSULTGEOPAV SAC  
Dirección : CALAREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO - BELLAVISTA - SULLANA - PIURA

2. Instrumento de medición : TAMIZ  
Marca : FORNEY  
Modelo : NO INDICA  
Número de serie : 20BS8F901250  
Valor de abertura : 850  $\mu\text{m}$   
N° de Tamiz : No. 20  
Diámetro del alambre : 500  $\mu\text{m}$   
Procedencia : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de calibración : 2023-01-28

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

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

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

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


3. Método de calibración

La calibración se realizó mediante comparación directa sin contacto según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves"

4. Lugar de calibración

CAL AREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO - BELLAVISTA - SULLANA - PIURA



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

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

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

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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 378 - 2023

Página 2 de 4

### 5. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	33,1	33,1
Humedad relativa (%hr)	40	40

### 6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL-DM	Reticula microscópica con una incertidumbre máxima de 1,1 µm.	LLA-068-2022

### 7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO"
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 160 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre

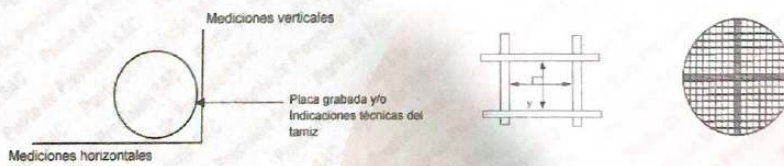
### 8. Resultados de medición

	Valor nominal de apertura (µm)	Promedio de mediciones (µm)	Error encontrado (µm)	Incertidumbre de medición (µm)	Error máximo permitido (µm)
Horizontal	850,0	849,3	-0,7	49,3	26,2
Vertical		849,3	-0,7	50,5	26,2

	Abertura máxima permitida (µm)	Abertura máxima encontrada (µm)	Máxima desviación permitida (µm)	Desviación estándar encontrada (µm)
Horizontal	964,00	887,96	35,25	28,06
Vertical		887,96		28,06

	Valor nominal del diámetro (µm)	Promedio de mediciones (µm)	Error encontrado (µm)	Incertidumbre de medición (µm)
Horizontal	500,0	487,5	-12,5	3,1
Vertical		487,5	-12,5	3,1

	Diámetro Máximo permitido (µm)	Diámetro Máximo encontrado (µm)	Diámetro Mínimo permitido (µm)	Diámetro Mínimo encontrado (µm)
Horizontal	580,0	517,0	430,0	472,0
Vertical		517,0		472,0



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

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

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

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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 378 - 2023

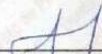
Página 3 de 4

## ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 850 µm									
Las mediciones se realizaron en las unidades de µm									
810	810	843	843	821	843	866	888	843	843
843	810	843	821	888	843	866	843	810	888
810	888	866	810	866	866	821	888	821	810
866	843	888	810	843	888	843	866	888	866
821	866	866	821	810	821	866	888	843	843
843	888	810	843	866	810	866	843	810	888
866	821	888	866	888	843	888	843	821	866
888	866	821	810	843	888	866	866	888	821
810	843	888	866	810	866	810	843	866	810
821	843	866	866	821	888	821	888	866	810
866	810	843	888	810	843	810	866	821	866
843	821	888	821	888	866	843	821	843	821
866	888	866	810	866	821	866	888	888	810
888	866	843	888	821	888	866	810	843	888
810	866	821	866	843	821	843	821	866	843
821	888	810	888	843	866	888	810	888	866

MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 850 µm									
Las mediciones se realizaron en las unidades de µm									
843	866	888	843	843	810	810	843	843	821
843	866	843	810	888	843	810	843	821	888
866	821	888	821	810	810	888	866	810	866
888	843	866	888	866	866	843	888	810	843
821	866	888	843	843	821	866	866	821	810
810	866	843	810	888	843	888	810	843	866
843	888	843	821	866	866	821	888	866	888
888	866	866	866	821	888	866	821	810	843
866	810	843	866	810	810	843	888	866	810
888	821	888	866	810	821	843	866	866	821
843	810	866	821	866	866	810	843	888	810
866	843	821	843	821	843	821	888	821	888
821	866	888	888	810	866	888	866	810	866
888	866	810	843	888	888	866	843	888	821
821	843	821	866	843	810	866	821	866	843
866	888	810	888	866	821	888	810	888	843



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

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

[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)

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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LL - 378 - 2023

Página 4 de 4

MEDIDAS REALIZADAS DE DIAMETRO DE CABLE - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 500 µm									
Las mediciones se realizaron en las unidades de µm									
517	484	484	472	484	472	472	484	481	472
484	481	484	517	472	481	517	472	481	517
517	472	517	481	484	517	484	472	484	481
484	481	472	484	481	472	481	517	472	484
517	472	517	472	517	484	472	481	472	517
472	484	472	484	472	517	481	472	484	472
517	481	472	517	484	481	484	481	517	481
484	472	517	481	517	472	481	517	481	517
472	517	484	472	472	484	517	481	484	484
481	484	481	472	481	484	472	472	517	472
484	472	472	484	517	481	484	517	472	481
517	481	517	481	472	472	472	481	484	472
472	484	481	517	481	472	517	484	517	481
484	517	484	472	517	484	481	472	472	517
472	481	517	481	472	481	472	517	481	484
517	484	472	484	517	472	481	517	484	472

MEDIDAS REALIZADAS DE DIAMETRO DE CABLE - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 500 µm									
Las mediciones se realizaron en las unidades de µm									
517	484	484	472	484	472	472	484	481	472
484	481	484	517	472	481	517	472	481	517
517	472	517	481	484	517	484	472	484	481
484	481	472	484	481	472	481	517	472	484
517	472	517	472	517	484	472	481	472	517
472	484	472	484	472	517	481	472	484	472
517	481	472	517	484	481	484	481	517	481
484	472	517	481	517	472	481	517	481	517
472	517	484	472	472	484	517	481	484	484
481	484	481	472	481	484	472	472	517	472
484	472	472	484	517	481	484	517	472	481
517	481	517	481	472	472	472	481	484	472
472	484	481	517	481	472	517	484	517	481
484	517	484	472	517	484	481	472	472	517
472	481	517	481	472	481	472	517	481	484
517	484	472	484	517	472	481	517	484	472

FIN DEL DOCUMENTO



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



Laboratorio PP

## PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 379 - 2023

Página 1 de 4

**Expediente** : T 057-2023  
**Fecha de emisión** : 2023-02-01

**1. Solicitante** : CONSULTGEOPAV SAC

**Dirección** : CALAREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO -  
BELLAVISTA - SULLANA - PIURA

**2. Instrumento de medición** : TAMIZ

**Marca** : ELE INTERNATIONAL

**Modelo** : NO INDICA

**Número de serie** : 131228720

**Valor de abertura** : 1,18 mm

**N° de Tamiz** : No. 16

**Diametro del alambre** : 0,63 mm

**Procedencia** : USA

**Identificación** : NO INDICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de calibración** : 2023-01-28

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

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

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

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

**3. Método de calibración**

La calibración se realizó mediante comparación directa sin contacto según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves"

**4. Lugar de calibración**

CALAREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO - BELLAVISTA - SULLANA - PIURA



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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 379 - 2023  
Página 2 de 4

## 5. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental ( °C )	33,1	33,1
Humedad relativa ( %hr )	40	40

## 6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL-DM	Reticula microscópica con una incertidumbre máxima de 1,1 µm.	LLA-068-2022

## 7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 150 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre

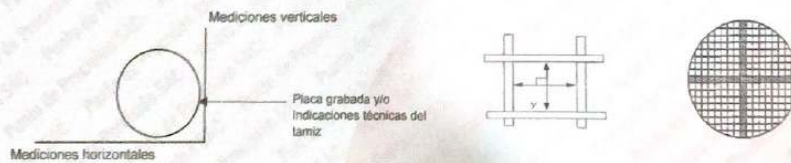
## 8. Resultados de medición

	Valor nominal de apertura (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)	Error máximo permitido (mm)
Horizontal	1,180	1,197	0,017	0,002	0,036
Vertical		1,197	0,017	0,002	0,036

	Abertura máxima permitida (mm)	Abertura máxima encontrada (mm)	Máxima desviación permitida (mm)	Desviación estándar encontrada (mm)
Horizontal	1,320	1,232	0,045	0,022
Vertical		1,232		0,022

	Valor nominal del diámetro (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)
Horizontal	0,630	0,573	-0,057	0,003
Vertical		0,573	-0,057	0,003

	Diámetro Máximo permitido (mm)	Diámetro Máximo encontrado (mm)	Diámetro Mínimo permitido (mm)	Diámetro Mínimo encontrado (mm)
Horizontal	0,720	0,596	0,540	0,552
Vertical		0,596		0,552



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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 379 - 2023

Página 3 de 4

## ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 1,18 mm									
Las mediciones se realizaron en las unidades de mm									
1,190	1,168	1,168	1,211	1,168	1,189	1,168	1,190	1,211	1,232
1,190	1,232	1,168	1,189	1,190	1,232	1,211	1,189	1,168	1,211
1,211	1,168	1,211	1,190	1,189	1,190	1,232	1,211	1,190	1,190
1,189	1,211	1,189	1,232	1,211	1,232	1,168	1,168	1,190	1,232
1,190	1,232	1,211	1,168	1,190	1,168	1,189	1,211	1,189	1,168
1,168	1,190	1,168	1,189	1,232	1,211	1,232	1,189	1,232	1,211
1,190	1,211	1,232	1,190	1,211	1,189	1,190	1,190	1,211	1,190
1,189	1,168	1,189	1,211	1,190	1,168	1,211	1,232	1,168	1,168
1,232	1,189	1,190	1,168	1,232	1,168	1,189	1,168	1,211	1,232
1,168	1,211	1,211	1,189	1,168	1,232	1,168	1,189	1,190	1,168
1,211	1,168	1,232	1,190	1,189	1,211	1,190	1,232	1,189	1,211
1,232	1,189	1,168	1,189	1,190	1,168	1,189	1,211	1,168	1,232
1,190	1,190	1,189	1,211	1,232	1,189	1,232	1,190	1,168	1,190
1,168	1,232	1,211	1,168	1,190	1,211	1,168	1,189	1,189	1,232
1,232	1,211	1,168	1,189	1,232	1,168	1,189	1,232	1,211	1,168

MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 1,18 mm									
Las mediciones se realizaron en las unidades de mm									
1,189	1,168	1,190	1,211	1,232	1,190	1,168	1,168	1,211	1,168
1,232	1,211	1,189	1,168	1,211	1,190	1,232	1,168	1,189	1,190
1,190	1,190	1,232	1,211	1,190	1,211	1,168	1,211	1,190	1,189
1,232	1,168	1,168	1,190	1,232	1,189	1,211	1,189	1,232	1,211
1,168	1,189	1,211	1,189	1,168	1,190	1,232	1,211	1,168	1,190
1,211	1,232	1,189	1,232	1,211	1,168	1,190	1,168	1,189	1,232
1,189	1,190	1,190	1,211	1,190	1,190	1,211	1,232	1,190	1,211
1,168	1,211	1,232	1,168	1,168	1,189	1,168	1,189	1,211	1,190
1,168	1,189	1,168	1,211	1,232	1,232	1,189	1,190	1,168	1,232
1,232	1,168	1,189	1,190	1,168	1,168	1,211	1,211	1,189	1,168
1,211	1,190	1,232	1,189	1,211	1,211	1,168	1,232	1,190	1,189
1,168	1,189	1,211	1,168	1,232	1,232	1,189	1,168	1,189	1,190
1,189	1,232	1,190	1,168	1,190	1,190	1,190	1,189	1,211	1,232
1,211	1,168	1,189	1,189	1,232	1,168	1,232	1,211	1,168	1,190
1,168	1,189	1,232	1,211	1,168	1,232	1,211	1,168	1,189	1,232



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

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

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

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





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 379 - 2023

Página 4 de 4

MEDIDAS REALIZADAS DE DIAMETRO DE CABLE - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 0,63 mm									
Las mediciones se realizaron en las unidades de mm									
0.552	0.573	0.595	0.574	0.595	0.574	0.573	0.595	0.553	0.596
0.595	0.552	0.553	0.595	0.552	0.574	0.553	0.595	0.574	0.552
0.573	0.573	0.596	0.573	0.596	0.573	0.596	0.596	0.552	0.596
0.596	0.553	0.595	0.553	0.574	0.553	0.552	0.596	0.573	0.574
0.552	0.595	0.552	0.574	0.595	0.574	0.553	0.573	0.552	0.553
0.595	0.552	0.596	0.595	0.552	0.596	0.573	0.553	0.574	0.573
0.574	0.553	0.595	0.552	0.573	0.595	0.552	0.595	0.552	0.574
0.573	0.573	0.553	0.573	0.596	0.553	0.596	0.573	0.573	0.596
0.574	0.573	0.574	0.595	0.595	0.573	0.574	0.595	0.553	0.573
0.596	0.553	0.552	0.574	0.553	0.552	0.574	0.552	0.574	0.595
0.552	0.552	0.596	0.595	0.574	0.596	0.595	0.573	0.595	0.553
0.573	0.574	0.574	0.553	0.573	0.553	0.552	0.553	0.596	0.595
0.553	0.595	0.553	0.552	0.596	0.574	0.573	0.574	0.573	0.596
0.574	0.552	0.573	0.595	0.574	0.553	0.552	0.596	0.553	0.574
0.596	0.553	0.574	0.553	0.573	0.573	0.552	0.553	0.574	0.573

MEDIDAS REALIZADAS DE DIAMETRO DE CABLE - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 0,63 mm									
Las mediciones se realizaron en las unidades de mm									
0.552	0.573	0.595	0.574	0.595	0.574	0.573	0.595	0.553	0.596
0.595	0.552	0.553	0.595	0.552	0.574	0.553	0.595	0.574	0.552
0.573	0.573	0.596	0.573	0.596	0.573	0.596	0.596	0.552	0.596
0.596	0.553	0.595	0.553	0.574	0.553	0.552	0.596	0.573	0.574
0.552	0.595	0.552	0.574	0.595	0.574	0.553	0.573	0.552	0.553
0.595	0.552	0.596	0.595	0.552	0.596	0.573	0.553	0.574	0.573
0.574	0.553	0.595	0.552	0.573	0.595	0.552	0.595	0.552	0.574
0.573	0.573	0.553	0.573	0.596	0.553	0.596	0.573	0.573	0.596
0.574	0.573	0.574	0.595	0.595	0.573	0.574	0.595	0.553	0.573
0.596	0.553	0.552	0.574	0.553	0.552	0.574	0.552	0.574	0.595
0.552	0.552	0.596	0.595	0.574	0.596	0.595	0.573	0.595	0.553
0.573	0.574	0.574	0.553	0.573	0.553	0.552	0.553	0.596	0.595
0.553	0.595	0.553	0.552	0.596	0.574	0.573	0.574	0.573	0.596
0.574	0.552	0.573	0.595	0.574	0.553	0.552	0.596	0.553	0.574
0.596	0.553	0.574	0.553	0.573	0.573	0.552	0.553	0.574	0.573

FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

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

# ANEXO 20 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N LM - 067 – 2023



**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 067 - 2023

Página: 1 de 3

Expediente : T 057-2023  
Fecha de Emisión : 2023-02-06

**1. Solicitante** : CONSULTGEOPAV S.A.C.  
**Dirección** : CALAREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO-  
BELLAVISTA - SULLANA - PIURA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA  
**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : NO INDICA  
**Número de Serie** : B825141921  
**Alcance de Indicación** : 30 kg  
**División de Escala de Verificación ( e )** : 1 g  
**División de Escala Real ( d )** : 1 g  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Identificación** : NO INDICA  
**Tipo** : ELECTRÓNICA  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2023-01-28

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

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

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

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

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

**4. Lugar de Calibración**  
LABORATORIO de CONSULTGEOPAV S.A.C.  
CALAREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO- BELLAVISTA - SULLANA - PIURA



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 067 - 2023

Página 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	34,4	34,5
Humedad Relativa	41,0	42,0

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29,997 kg para una carga de 30,000 kg

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

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

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

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

**8. Resultados de Medición**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 15.0000 kg			Carga L2= 30.0000 kg		
	l (kg)	Δl (g)	E (g)	l (kg)	Δl (g)	E (g)
1	15.000	0,8	-0,3	30.000	0,5	0,0
2	15.000	0,5	0,0	30.000	0,8	-0,3
3	15.000	0,9	-0,4	30.000	0,9	-0,4
4	15.000	0,6	-0,1	30.000	0,6	-0,1
5	15.000	0,5	0,0	30.000	0,8	-0,3
6	15.000	0,9	-0,4	30.001	0,5	1,0
7	15.000	0,8	-0,3	30.000	0,7	-0,2
8	15.001	0,6	0,9	30.000	0,9	-0,4
9	15.000	0,7	-0,2	30.001	0,6	0,9
10	15.001	0,9	0,6	30.000	0,5	0,0
Diferencia Máxima			1,3	1,4		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 067 - 2023

Página 3 de 3

2	5
1	4
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Inicial Final

Temp. (°C) 34.5 34.4

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0.0100	0.010	0.5	0.0	10.0000	10.000	0.7	-0.2	-0.2
2		0.010	0.9	-0.4		10.001	0.5	1.0	1.4
3		0.010	0.6	-0.1		10.000	0.9	-0.4	-0.3
4		0.010	0.7	-0.2		10.000	0.6	-0.1	0.1
5		0.010	0.9	-0.4		10.000	0.8	-0.3	0.1
					Error máximo permitido ± 2 g				

(\*) valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Inicial Final

Temp. (°C) 34.4 34.4

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0.0100	0.010	0.9	-0.4						
0.0500	0.050	0.6	-0.1	0.3	0.050	0.7	-0.2	0.2	1
0.5000	0.500	0.8	-0.3	0.1	0.500	0.5	0.0	0.4	1
2.0000	2.000	0.5	0.0	0.4	2.000	0.9	-0.4	0.0	1
5.0000	5.000	0.7	-0.2	0.2	5.000	0.6	-0.1	0.3	1
7.0000	7.000	0.9	-0.4	0.0	7.000	0.8	-0.3	0.1	2
10.0000	10.001	0.6	0.9	1.3	10.000	0.5	0.0	0.4	2
15.0000	15.000	0.8	-0.3	0.1	15.001	0.7	0.8	1.2	2
20.0000	20.001	0.5	1.0	1.4	20.001	0.8	0.7	1.1	2
25.0000	25.000	0.7	-0.2	0.2	25.000	0.5	0.0	0.4	3
30.0000	30.000	0.9	-0.4	0.0	30.000	0.9	-0.4	0.0	3

e m.p. error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,23 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,29 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 3,19 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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

# ANEXO 21 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN UNIAXIAL 2023



## PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 069 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : T 057-2023  
Fecha de emisión : 2023-02-01

1. Solicitante : CONSULTGEOPAV S.A.C.

Dirección : CALAREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO -  
BELLAVISTA - SULLANA - PIURA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : GEM INDUSTRIAL  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 190608  
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración  
CALAREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO - BELLAVISTA - SULLANA - PIURA  
29 - ENERO - 2023

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

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIGH WEIGHT		

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	33.9	33.8
Humedad %	39	39

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

#### 8. Observaciones

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



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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 069 - 2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,718	100,228	-0,72	-0,23	100,5	-0,47	0,49
200	201,338	201,632	-0,67	-0,82	201,5	-0,74	-0,15
300	301,173	301,467	-0,39	-0,49	301,3	-0,44	-0,10
400	400,812	400,224	-0,20	-0,06	400,5	-0,13	0,15
500	499,520	499,569	0,10	0,09	499,5	0,09	-0,01
600	599,600	599,404	0,07	0,10	599,5	0,08	0,03
700	698,160	698,258	0,26	0,25	698,2	0,26	-0,01

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente de Correlación :  $R^2 = 1$

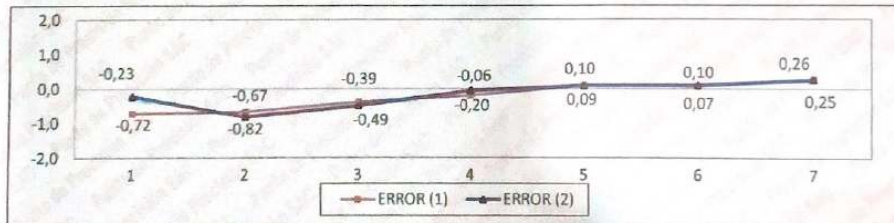
Ecuación de ajuste :  $y = 1,0045x - 1,9457$

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

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




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

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

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

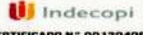
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# ANEXO 22 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO




**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos

Tel: 073-601000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro  
Dirección: Calle Arequipa N° 308 - Bellavista - Sullana - Piura  
Email: geopav\_mcastro@hotmail.com / junior\_castro@hotmail.com / consultgeopav@gmail.com



CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013360-2021 / DSO



---

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

---

PROYECTO : " DISEÑO DE LADRILLOS ECOLOGICOS LTC ALVEOLAR PARA USO ESTRUCTURAL ADCINANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, PIURA 2023"

MATERIAL : MATERIAL DE PROPIO

CANTERA : -

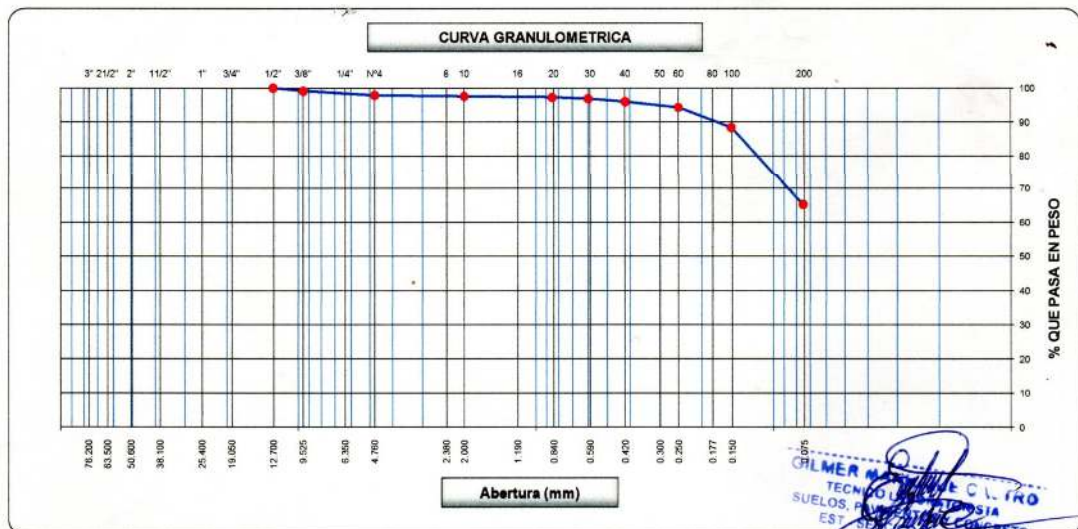
UBICACIÓN : PIURA

MUESTRA : M-1

SOLICITA : PIÑARRETA MERINO ALEXANDER SMITH, SÁNCHE

TÉCNICO : G.M.C  
REALIZADO POR : E.C.G  
FECHA : 22/05/2023  
N° ENSAYO : -

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						<b>1. Peso de Material</b>
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) <span style="float: right;">631.0</span>
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) <span style="float: right;">631.0</span>
2 1/2"	60.300						<b>2. Características</b>
2"	50.800						Tamaño Máximo <span style="float: right;">3/8"</span>
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal <span style="float: right;">3/8"</span>
1"	25.400						Grava (%) <span style="float: right;">2.1</span>
3/4"	19.000						Arena (%) <span style="float: right;">32.6</span>
1/2"	12.700				100.0		Finos (%) <span style="float: right;">65.2</span>
3/8"	9.520	5.2	0.8	0.8	99.2		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						<b>3. Clasificación del Material según Geología y Geotécnica y Pavimentos MTC.</b>
N° 4	4.750	8.2	1.3	2.1	97.9		Limite Liquido (%) <span style="float: right;">25</span>
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) <span style="float: right;">21</span>
N° 10	2.000	1.6	0.3	2.4	97.6		Indice de Plasticidad (%) <span style="float: right;">4</span>
N° 16	1.190						Clasificación según Indice de plasticidad: <b>Baja</b>
N° 20	0.850	2.2	0.3	2.7	97.3		<b>Suelos poco arcillosos plasticidad</b>
N° 30	0.600	2.7	0.4	3.1	96.9		Clasificación SUCS <span style="float: right;">ML-CL</span>
N° 40	0.420	5.5	0.9	4.0	96.0		Clasificación AASHTO <span style="float: right;">A-4 (6)</span>
N° 50	0.300						Clasificación por Indice de Grupo: <b>Muy bueno</b>
N° 60	0.250	11.2	1.7	5.7	94.3		Categoría Subrasante
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	38.4	6.0	11.7	88.3		
N° 200	0.075	148.8	23.1	34.8	65.2		
Pasante		420.6	65.2	100.0			



# ANEXO 23 LIMITE DE CONSISTENCIA

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos Tef: 073-601000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro Dirección: Calle Arequipa N° 308 - Bellavista - Sullana - Piura Email: geopav_mcastro@hotmail.com / junior_castro@hotmail.com / onsultgeopav@gmail.com		 CERTIFICADO N° 00130406 RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD 
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)		
PROYECTO : "DISEÑO DE LADRILLOS ECOLOGICOS LTC ALVEOLAR PARA USO ESTRUCTURAL ADCINANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, PIURA 2023" MATERIAL : MATERIAL DE PROPIO UBICACIÓN : - UBICACIÓN : PIURA MUESTRA : M-1 SOLICITA : PIÑARRETA MERINO ALEXANDER SMITH , SÁNCHEZ FERNÁNDEZ ALESSANDRO A	ING. RESP. : R.C.A. TÉCNICO : G.M.C REALIZADO POR : E.C.G FECHA : 23/05/2023 N° ENSAYO : -	

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		30	29	31	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	27.22	26.50	26.70	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	25.15	24.05	24.44	
Peso de Tarro	gr.	17.27	14.15	15.10	
Peso de Agua	gr.	2.07	2.45	2.26	
Peso del Suelo Seco	gr.	7.88	9.90	9.34	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	26.27	24.75	24.20	<b>25</b>
Numero de Golpes		15	23	29	

### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		7	13		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	22.69	21.30		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.39	20.02		
Peso de Tarro	gr.	15.05	13.88		
Peso de Agua	gr.	1.30	1.28		
Peso de Suelo seco	gr.	6.34	6.14		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	20.50	20.85		<b>21</b>



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	<b>25</b>
Limite Plastico	<b>21</b>
Indice de Plasticidad	<b>4</b>
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

  
**GILMER ENRIQUE CASTRO**  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 LABORATORISTA  
 EST. TECNICO RD 100-2012



# ANEXO 24 CONTENIDO DE HUMEDAD

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos Tef: 073-501000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro Dirección: Calle Arequipa N° 308 - Bellavista - Sullana - Piura Email: geopav_mcastro@hotmail.com / junior_castro@hotmail.com / onsultgeopav@gmail.com		 CERTIFICADO N° 00130406 RESOLUCIÓN N° 013308-2021 / DSD 
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (MTC E-108 / ASTM D-2216)		
<b>PROYECTO</b> : " DISEÑO DE LADRILLOS ECOLOGICOS LTC ALVEOLAR PARA USO ESTRUCTURAL ADCINANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, PIURA 2023"		
<b>MATERIAL</b> : EXISTENTE EN LA VIA		
<b>MATERIAL</b> : MATERIAL DE PROPIO	<b>ING. RESP.</b> : R.C.A.	
<b>CANTERA</b> : -	<b>TÉCNICO</b> : G.M.C	
<b>UBICACIÓN</b> : PIURA	<b>REALIZADO POR</b> : E.C.G	
<b>MUESTRA</b> : M-1	<b>FECHA</b> : 22/05/2023	
<b>SOLICITA</b> : PIÑARRETA MERINO ALEXANDER SMITH , SÁNCHEZ FERNÁNDEZ ALESSANDRO AN	<b>N° ENSAYO</b> : -	

**1. Contenido de Humedad Muestra Integral :**

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	398.7	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	372.5	
Peso del agua contenida (gr)	26.2	
Peso de la muestra seca (gr)	372.5	
Contenido de Humedad (%)	7.0	
Contenido de Humedad Promedio (%)	7.0	

  
**GILMER ENRIQUE CASTRO**  
 TÉCNICO INGENIERO  
 SUELOS, ASFALTOS Y CONCRETO  
 ESPECIALIDAD RD 108-2012

## ANEXO 25 GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407021  
**Sistema Integral  
 de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos**

Tel: 073-501000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro  
 Dirección: Calle Arequipa N° 308 - Bellavista - Sullana - Piura  
 Email: geopav\_mcastro@hotmail.com / junior\_castro@hotmail.com / onsultgeopav@gmail.com



CERTIFICADO N° 00130406  
 RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD



### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

#### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN

(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)

PROYECTO	" DISEÑO DE LADRILLOS ECOLOGICOS LTC ALVEOLAR PARA USO ESTRUCTURAL ADCINANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, PIURA 2023"		
MATERIAL	-		
MATERIAL	MATERIAL DE PROPIO		
CANTERA	-	TÉCNICO	G.M.C
UBICACIÓN	PIURA	REALIZADO POR	E.C.G
MUESTRA	1		
SOLICITA	PIÑARRETA MERINO ALEXANDER SMITH, SÁNCHEZ FERNÁNDEZ ALESSANDRO ANTONIO		

DATOS		1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	300.2	300.0		
2	Peso Frasco + agua	678.8	732.3		
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	979.0	1032.3		
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	863.3	917.2		
5	Vol de masa + vol de vaclo = C-D (gr)	115.7	115.1		
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	296.0	295.7		
7	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	111.5	110.8		

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.558	2.569			2.564
9	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.595	2.606			2.601
10	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G <sup>3</sup>	2.655	2.669			2.662
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.419	1.454			1.437

OBSERVACIONES :

  
**GILMER SANCHEZ CASTRO**  
 TÉCNICO EN LABORATORIO  
 SUELOS Y PAVIMENTOS Y CONCRETO  
 EST. SECCION RD 100-2012

# ANEXO 26 ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (TIERRA)

 <p><b>CONSULTGEOPAV SAC</b>  RUC: 20602407021  <b>Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos</b>  Tef: 073-501000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro  Dirección: Calle Arequipa N° 308 - Bellavista - Sullana - Piura  Email: geopav_mcastro@hotmail.com / junior_castro@hotmail.com / onsultgeopav@gmail.com</p>		 CERTIFICADO N° 00130406 RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD 
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b> <b>ABSORCIÓN</b> (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)		
PROYECTO	: " DISEÑO DE LADRILLOS ECOLOGICOS LTC ALVEOLAR PARA USO ESTRUCTURAL ADCINANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, PIURA 2023"	
MATERIAL	: POLIESTIRENO	
MATERIAL	: -	
CANTERA	: -	
UBICACIÓN	: PIURA	TÉCNICO : G.M.C
MUESTRA	: M-1	REALIZADO POR : E.C.G
SOLICITA	: PIÑARRETA MERINO ALEXANDER SMITH , SÁNCHEZ FERNÁNDEZ ALESSANDRO ANTON	EFECHA : 22/05/2023
		N° ENSAYO : -

### 1. Contenido de Absorción :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	345.3	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	339.1	
Peso del agua contenida (gr)	6.2	
Peso de la muestra seca (gr)	339.1	
Contenido de Humedad (%)	1.8	
% de absorción =	1.83	

  
**GILMER MANRIQUE CASTRO**  
TÉCNICO LABORATORISTA  
SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO  
EST. SENJICO RD 100-2012

## ANEXO 27 DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA (GUIDE FOR CELLULAR CONCRETES ABOVE 50 lb/ft <sup>3</sup> (800 kg/m <sup>3</sup> ) (ACI 523.3R-14)	
TESIS	: "Diseño de Ladrillos Ecológicos LTC Alveolar para uso Estructural adicionando Poliuretano Expandido, Piura 2023"
REALIZADO POR	: ALEXANDER SMITH PIÑARRETA MERINO Y ALESSANDRO SANCHEZ FERNANDEZ
MUESTRA	: MATERIAL PROPIO - POLIURETANO EXPANDIDO PARA LADRILLOS LTC
UBICACIÓN	: PIURA
FECHA	: 23/05/2023

ESPECIFICACIONES			
A. FINO	: MATERIAL PROPIO	F'c	: 58 Kg/cm <sup>2</sup>
ESPUMA	: POLIURETANO EXPANDIDO	Cemento	: PORTLAND TIPO I (PACASMAYO)

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES					
	ENSAYOS	CEMENTO	A. FINO (T)	ESPUMA	AGUA (w)
PESO ESPECIFICO (gr/cm <sup>3</sup> )		3.12	2.60	---	---
RENDIMIENTO DE ESPUMA		---	---	0.95	---
DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )		---	---	148.60	1000.00
HUMEDAD (%)		---	7.00	---	---
ABSORCIÓN (%)		---	1.44	1.80	---

DOSIFICACION			
MATERIALES	PREVIA (Kg)		CORREGIDA (Kg)
CEMENTO (Kg/m <sup>3</sup> )	398.83		398.83
AGUA (Kg/m <sup>3</sup> )	179.47		103.23
A. FINO (Kg/m <sup>3</sup> )	701.70		711.79
ESPUMA (Kg/m <sup>3</sup> )	66.15		66.15

CANTIDADES REQUERIDAS PARA UNA TANDA ESPECIFICA				
VOLUMEN DE TANDA	: 0.13	m <sup>3</sup>		
MATERIALES	Kg		%	
CEMENTO	51.01		31.16	
AGUA	13.20		8.07	
A. FINO	91.04		55.61	
ESPUMA	8.46		5.17	

# ANEXO 28 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO LTC



**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos

Tel: 073-601000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro  
Dirección: Calle Arzúpa N° 308 - Bellavista - Suilana - Piura  
Email: geopav\_piura@hotmail.com / juneir\_castro@hotmail.com / consultgeopav@gmail.com



CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013300-0021 / 010



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**OBRA :** " DISEÑO DE LADRILLOS ECOLOGICOS LTC ALVEOLAR PARA TABIQUERIA ADICIONANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, PIURA 2023"

**SOLICITANTE :** PIÑARRETA MERINO ALEXANDER SMITH, SÁNCHEZ FERNANDEZ ALESSANDRO ANTONIO

**UBICACIÓN :** Piura

**UNIDADES DE ALBANILERIA**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
**NORMA NTP 639.13**


**TÉCNICO :** : G.M.C.  
**HECHO POR :** : E.C.G.  
**FECHA :** 5/06/2023

•	Registro N°	Identificación de la Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Area Bruta (cm2)	Carga Máxima (kg/cm²)	Resistencia Compresión (kg/cm²)
1	1	Unidad de ladrillo	12.70	25.00	9.00	317.5	18322.0	57.71
2	2	Unidad de ladrillo	12.60	24.80	8.98	312.5	16972.0	54.31
3	3	Unidad de ladrillo	12.70	24.90	8.97	316.2	18109.0	57.27
4	4	Unidad de ladrillo	12.70	24.80	8.96	315.0	16724	53.10
5	5	Unidad de ladrillo	12.70	24.90	9.00	316.2	18132	57.34
6	6	Unidad de ladrillo	12.6	24.80	8.90	312.5	16752	53.61
7	7	Unidad de ladrillo	12.60	25.00	8.98	315.0	17644	56.01
8	8	Unidad de ladrillo	12.80	25.00	9.00	320.0	18422	57.57
9	9	Unidad de ladrillo	12.60	24.80	8.97	312.5	16772	53.67
10	10	Unidad de ladrillo	12.70	24.94	9.00	316.7	18344	57.92

**OBSERVACIONES:**

	<b>PROMEDIO</b>	55.85
--	-----------------	-------

**ELABORADO POR:**

<b>Firma:</b> 		
<b>Nombre:</b> Gilmer Castro		
<b>Cargo:</b> TECNICO EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO		
<b>Fecha:</b> 13/06/2023		

# ANEXO 29 ABSORCIÓN DE LADRILLOS LTC ALVEOLARES



**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
**Sistema Integral**  
**de Geotecnia**  
**Suelos y Pavimentos**  
Tel. 073-601000 Cel. 973195722 Movistar Cel. 986279811 Claro  
Email: geotecnia@consultgeopav.com / suelos@consultgeopav.com / pavimentos@consultgeopav.com



CERTIFICADO N° DE LABORATORIO  
REGISTRADO N° 111000 2017 / 004

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**OBRA :** " DISEÑO DE LADRILLOS ECOLOGICOS LTC ALVEOLAR PARA TABIQUERIA ADICIONANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, PIURA 2023"

**SOLICITANTE :** PIÑARRETA MERINO ALEXANDER SMITH, SÁNCHEZ FERNANDEZ ALESSANDRO ANTONIO

**UBICACIÓN :** Piura


**UNIDADES DE ALBANILERIA**

**ENSAYO DE ABSORCIÓN (0%)**  
**NORMA NTP 639.13**

**TÉCNICO :** : G.M.C.  
**HECHO POR :** : E.C.G.  
**FECHA :** : 3/06/2023

	Registro N°	Identificación de la Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	PESO 1 (gr) A	PESO 2 (gr) D	AREA BRUTA (cm2)	ABSORCIÓN - % de absorción = (( A - D ) / D * 100 )
1	1	Unidad de ladrillo	12.70	25.00	3901.00	4242.2	317.50	8.04
2	2							
3	3	Unidad de ladrillo	12.60	24.80	3360.00	3695.3	312.5	9.07
4	4							
5	5	Unidad de ladrillo	12.70	24.90	3297.00	3598.2	316.2	8.37
6	6							
7	7	Unidad de ladrillo	12.70	24.80	3174.00	3522.2	315.0	9.89
8	8							
9	9	Unidad de ladrillo	12.70	24.90	3342.00	3672.6	316.2	9.00
10	10							
11	11	Unidad de ladrillo	12.6	24.80	3419.00	3698.7	312.5	7.56
12	12							
13	13	Unidad de ladrillo	12.50	24.90	3302.00	3602.0	311.3	8.33
14	14							
15	15	Unidad de ladrillo	12.60	24.96	3288.00	3588.9	314.5	8.38
16	16							
17	17	Unidad de ladrillo	12.70	24.88	3298.00	3624.0	316.0	9.00
18	18							
19	19	Unidad de ladrillo	15.55	24.92	3298.00	3622.0	387.5	8.95
20	20							
							<b>PROMEDIO</b>	8.66

**OBSERVACIONES:**

<b>ELABORADO POR</b>		
<b>Firma:</b>		
<b>Nombre:</b>	Gilmer Mena Castro	
<b>Cargo:</b>	Ingeniero Civil	
<b>Fecha:</b>		

## ANEXO 30 UNIDADES Y TAMAÑOS DE LADRILLOS LTC ALVEOLARES



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407021  
 Sistema Integral  
 de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos

Tel: 073-501000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro  
 Dirección: Calle Arequipa N° 506 - Bellavista - Sullana - Piura  
 Email: geopav\_maestro@gmail.com / junter\_maestro@gmail.com / consultgeopav@gmail.com

  
 CERTIFICADO N° 09130406  
 RESOLUCIÓN N° 011398-2021 / 002  


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ELEMENTO :**


: " DISEÑO DE LADRILLOS ECOLOGICOS LTC ALVEOLAR PARA TABIQUERIA ADICIONANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, PIURA 2023"  
 Sullana, Piura, 2022

**TÉCNICO :** : G.M.C.




**SOLICITA:** PIÑARRETA MERINO ALEXANDER SMITH, SÁNCHEZ FERNANDEZ ALESSANDRO ANTONIO

**FECHA :** 5/6/2023

Prueba Nº	Registro Nº	LARGO					ANCHO					ALTURA						
		L1	L2	L3	L4	L Prom	L1	L2	L3	L4	L Prom	L1	L2	L3	L3	L Prom		
1	1	25.00	24.80	24.75	24.85	24.85	12.70	12.60	12.80	12.60	12.65	8.00	8.95	8.98	8.90	8.96		
2	2	24.80	24.75	24.80	24.90	24.81	12.60	12.60	12.70	12.70	12.65	8.98	9.00	8.95	8.95	8.97		
3	3	24.90	24.80	24.85	24.95	24.88	12.70	12.70	12.50	12.70	12.65	8.97	8.97	9.00	9.00	8.99		
4	4	24.80	24.75	24.80	25.00	24.84	12.70	12.70	12.80	12.60	12.70	8.96	8.95	8.95	9.00	8.97		
5	5	24.90	24.80	24.80	24.90	24.85	12.70	12.80	12.70	12.80	12.75	9.10	8.98	8.98	8.98	9.01		
6	6	24.80	25.00	24.85	24.85	24.88	12.60	12.70	12.60	12.60	12.63	8.90	9.00	9.00	9.00	8.98		
7	7	25.00	25.00	24.90	24.85	24.94	12.60	12.60	12.70	12.70	12.65	8.98	9.10	9.00	8.98	9.02		
8	8	25.00	24.90	24.75	25.00	24.92	12.80	12.70	12.60	12.80	12.73	9.00	8.98	8.98	9.00	8.99		
9	9	24.80	24.90	24.80	24.95	24.86	12.60	12.70	12.70	12.60	12.65	8.97	8.95	9.00	8.97	9.22		
10	10	24.94	24.95	25.00	24.80	24.92	12.70	12.80	12.60	12.70	12.70	9.00	9.00	8.96	8.97	8.98		
		LARGO PROMEDIO			Lo		24.87	ANCHO PROMEDIO				Ao	12.68	ALTURA PROMEDIO			Ho	9.01
		VARIACIÓN					0.04	VARIACIÓN					0.04	VARIACIÓN				0.08


<p style="text-align: center; font-weight: bold;">ELABORADO POR</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">CONSULTGEOPAV SAC</p> <p>Firma: </p> <p>Nombre: <b>Gilmer</b></p> <p>Cargo: <b>Técnico de Laboratorio</b></p> <p>Fecha:</p>		
--	--	--

# ANEXO 31 ALAVEO DE LADRILLOS LTC ALVEOLARES

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos Tel: 073-601000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro Dirección: Calle Arequipa N° 308 - Bellavista - Sufrana - Piura Email: geopav_mech@geopav.com / junior_geotecnia@mail.com / consultgeopav@gmail.com LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS								
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>								
OBRA : " DISEÑO DE LADRILLOS ECOLOGICOS LTC ALVEOLAR PARA TABIQUERIA ADICIONANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, PIURA 2023"								
SOLICITANTE : PIÑARRETA MERINO ALEXANDER SMITH, SÁNCHEZ FERNANDEZ ALESSANDRO ANTONIO								
UBICACIÓN : Piura								
<b>UNIDADES DE ALBANILERIA</b>								
<b>ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA</b> NORMA NTP 639.13								
TÉCNICO : G.M.C. HECHO POR : E.C.G. FECHA : 5/06/2023								
*	Registro Nº	Identificación de la Muestra	CARA A		CARA B			
			CÓNCAVO	CONVEJO	CÓNCAVO	CONVEJO		
1	1	Unidad de ladrillo	1.50	0.00	2.00	0.0		
2	2							
3	3	Unidad de ladrillo	1.50	0.00	1.50	0.0		
4	4							
5	5	Unidad de ladrillo	2.00	0.00	2.00	0.0		
6	6							
7	7	Unidad de ladrillo	2.00	0.00	1.50	0.0		
8	8							
9	9	Unidad de ladrillo	1.50	1.00	2.00	0.0		
10	10							
11	11	Unidad de ladrillo	1.5	0.00	1.50	1.5		
12	12							
13	13	Unidad de ladrillo	1.50	0.00	2.50	0.0		
14	14							
15	15	Unidad de ladrillo	2.00	0.00	2.00	0.0		
16	16							
17	17	Unidad de ladrillo	1.60	0.00	1.60	0.0		
18	18							
19	19	Unidad de ladrillo	1.60	0.00	1.50	0.0		
20	20							
PROMEDIO		CÓNCAVO	1.71		1.81			
		CONVEJO	0.11		0.17			
CONSULTGEOPAV SAC Firmado por:  Firma:  Nombre: Gilmer Alberto Castro Cargo: Técnico de Laboratorio Fecha:								




# ANEXO 32 PESO UNITARIO DE LADRILLOS LTC ALVEOLARES




**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20502407021  
Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos  
Tel: 073-501000 Cel: 979199722 Moquegua - Cel: 986279811 Ciro  
Dirección: Calle Arequipa N° 308 - Bellavista - Sullana - Piura  
Email: geopa, pav@consultgeopav.com, info@consultgeopav.com, consultgeopav@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CERTIFICADO N° 10130406  
REGISTRADO EN EL REGISTRO DE  
INDICADORES DE CALIDAD



---

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : " DISEÑO DE LADRILLOS ECOLOGICOS LTC ALVEOLAR PARA TABIQUERIA ADICIONANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO, PIURA 2023"

SOLICITANTE : PIÑARRRETA MERINO ALEXANDER SMITH, SÁNCHEZ FERNANDEZ ALESSANDRO ANTONIO

UBICACIÓN : Piura

---

**UNIDADES DE ALBANILERIA**

---


**PESO UNITARIO  
NORMA NTP 639.13**

TÉCNICO : : G.M.C.  
HECHO POR : : E.C.G.  
FECHA : : 3/08/2023

	Registro N°	Identificación de la Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Volumen (m3)	Peso (kg)	Peso Unitario (kg/m3)
1	1	Unidad de ladrillo	12.70	25.00	9.00	0.002858	3.901	1365.18
2	2							
3	3							
4	4	Unidad de ladrillo	12.60	24.80	8.98	0.002806	3.860	1375.59
5	5							
6	6	Unidad de ladrillo	12.70	24.90	9.00	0.002846	3.927	1379.80
7	7							
8	8							
9	9	Unidad de ladrillo	12.70	24.80	8.96	0.002822	3.174	1124.72
10	10							
11	11	Unidad de ladrillo	12.70	24.90	9.00	0.002846	3.342	1174.25
12	12							
13	13							
14	14	Unidad de ladrillo	12.60	24.90	8.95	0.002808	3.419	1217.60
15	15							
16	16	Unidad de ladrillo	12.60	24.80	9.00	0.002812	3.192	1135.01
17	17							
18	18							
19	19	Unidad de ladrillo	12.80	25.00	8.96	0.002867	3.689	1286.62
20	20							
							<b>PROMEDIO</b>	<b>1249.50</b>

OBSERVACIONES:

---

ELABORADO POR:  Firma: <i>Guillermo Enrique Castro</i> Nombre: Guillermo Enrique Castro Cargo: Técnico del Laboratorio Fecha:		
---	--	--

### **ANEXO 33 CÁLCULO DE PROPIEDADES DEL POLIESTIRENO**

Densidad:

$$Vd = 9448 \text{ cm}^3 / (1000000) = 0.009448 \text{ m}^3$$

$$Mp = 3.7522 - 3.665 = 0.0872 \text{ Kg}$$

$$Dp = Mp/Vd = 0.0872/0.009448 = 9.23 \text{ Kg/m}^3$$

$Dp$  : densidad del poliestireno expandido

$Mp$  : Masa del poliestireno expandido

$Vd$  : Volumen del deposito

Absorción:

$$P. \text{ del Poliestireno Expandido Seco} = 0.065$$

$$P. \text{ del Poliestireno Expandido Sumergido} = 0.068$$

$$\text{Absorción (\%)} = ((P. \text{ del Poliestireno Expandido Seco} - P. \text{ del Poliestireno Expandido Sumergido}) / P. \text{ del Poliestireno Expandido Seco}) * 100$$

$$\text{Absorción (\%)} = ((0.068 - 0.065) / 0.065) * 100 = 4.62 \%$$

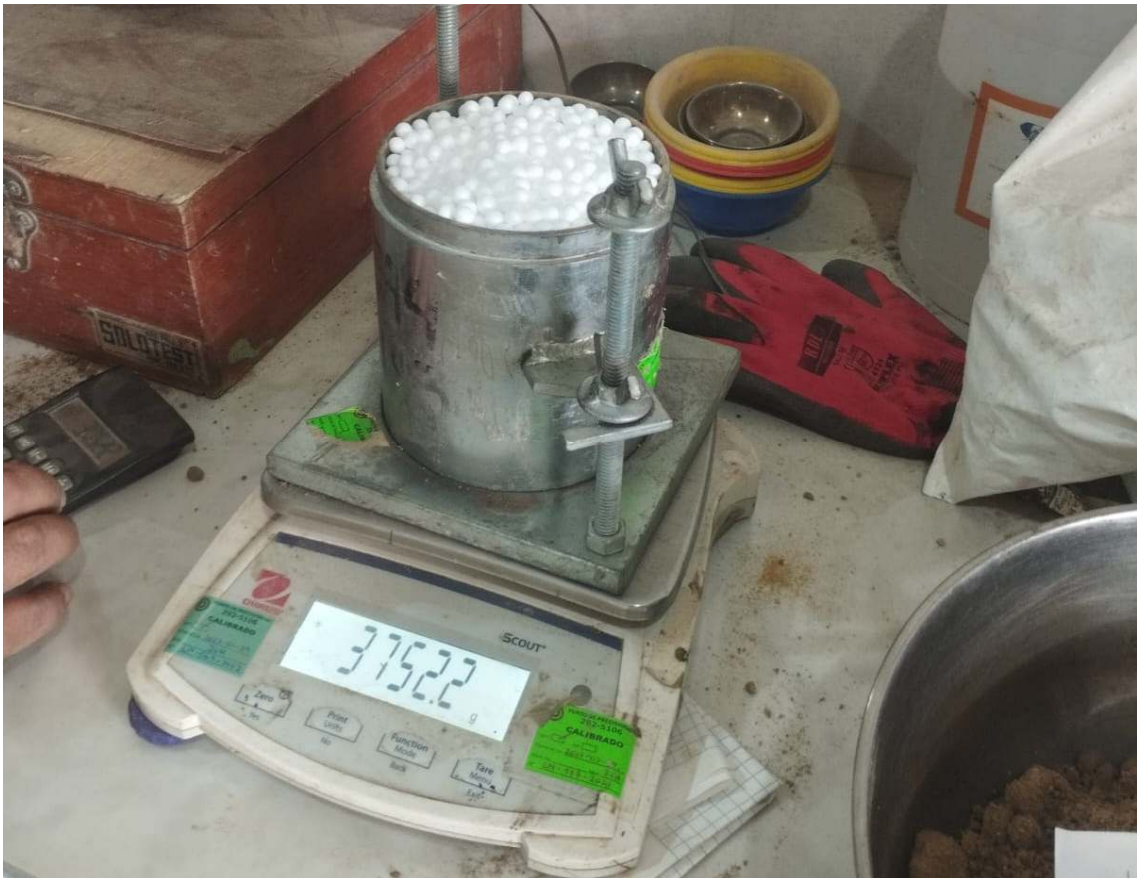
## ANEXO 34 EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS





















# ANEXO 35 PRECIO Y FICHA TÉCNICA DE LADRILLO KING KONG KONCRETO 13x9x22cm

Buscar en falabella

Hola, Mis  
Inicia sesión com IS

1

ENVÍO GRATIS en miles de productos desde s/99 en Lima y ciudades específicas

Ver en ciudades específicas. Askari mestraciones. Stock msi. Lima. FALABELLA.COM S.A.C. 2054783473. Ver T&C en falabella.com/legal

Ingresa tu ubicación

Home > Construcción y ferretería-Materiales de Construcción > Ladrillos Bloques y Casetones



Producto sin stock :(

Ladrillo Pandereta Acanalado

★★★★★ (0) [Escribir comentario](#)

S/0.90

Vendido por [Sodimac](#)

## Especificaciones

Marca	Pirámide
Dimensiones	23x11x9 cm
Tipo de uso	Construcción
Peso	2.2 kg
Color	Anaranjado
Usos	Ladrillos para pared
Rendimiento	38 und/m2
Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>En la edificación de viviendas, almacenes, edificios, u otras instalaciones.</li><li>Absorción del agua = &lt;18%.</li><li>Alabeo: Máximo 2 mm.</li><li>Eflorescencia: No presenta.</li></ul>
Nro de huecos	6
Tipo Construcción	Pandereta
Recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>Si en los planos no se recomienda un tipo de ladrillo específico, emplear ladrillos sólidos.</li><li>Tener cuidado con el transporte del producto a obra.</li><li>No se debe picar</li></ul>

## Información del Producto

Gratis despacho a obra o domicilio a nivel de Lima Metropolitana a partir de 1500 unidades de ladrillos. Plazo de entrega: 48 horas Vigencia del 5/08/16 al 31/09/16

## ANEXO 36 FICHA TÉCNICA DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

FICHA DE PRODUCTO

PERLA ETSAPOL D10



### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL	PERLA ETSAPOL
FORMA	Esférica
COLOR	Blanco
GRANULOMETRÍA	De 3 a 7 mm
PRESENTACIÓN	Embolsado

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DENSIDAD APARENTE (PRUEBA ASTM 1622)	10 kg/m <sup>3</sup> (+/- 10%)
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (PRUEBA DIN 52612)	0.036– 0.040 w/m-k
COLOR	Blanco
AUTOEXTINGIBLE	Tipo F
POSIBILIDAD DE SERVIR DE ALIMENTO PARA MICROORGANISMOS, ROEDORES, INSECTOS	Nula, no es sustrato nutritivo para ninguno de ellos

**ETSAPOL**  
Planchas de tecnopor

[WWW.ETSAPERU.COM.PE](http://WWW.ETSAPERU.COM.PE)

Calle San Carlos N°198 Urb. Santa Marta - Ate, Lima - Perú  
(01) 351 5219 / (01) 351 7521/ (01) 351 0314

  
**ETSA PERU**  
Líder en TECNOPOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PRIETO MONZON PEDRO PABLO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Diseño de Ladrillos Ecológicos Alveolares de Tierra Comprimida para uso no Estructural adicionando Poliestireno Expandido, Piura 2023", cuyos autores son PIÑARRETA MERINO ALEXANDER SMITH, SANCHEZ FERNANDEZ ALESSANDRO ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 18 de Octubre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PRIETO MONZON PEDRO PABLO <b>DNI:</b> 02891452 <b>ORCID:</b> 0000-0002-1019-983X	Firmado electrónicamente por: PPRIETOM el 18-10- 2023 15:24:34

Código documento Trilce: TRI - 0652250