



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas alto-andinas Cerro de Pasco 2021.

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

**AUTORES:**

Atao Zarate, Jon leo (ORCID: 0000-0002-3924-0787)

Sanchez Pacheco, Cecilia (ORCID: 0000-0003-0013-7245)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño estructural y sismo

LIMA - PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

En primer lugar, dar gracias a dios así mismo a nuestro asesor el Mgtr. Díaz Huiza, Luis Humberto por guiarnos en todo el proceso de elaboración de nuestro proyecto de investigación, también dar gracias a mis familiares el apoyo tanto económico como moral.

ATAO ZARATE, Jon Leo

En primer lugar, quiero dar gracias a todos mis familiares en especial a mi hermana maura y a mi madre Edith que me ha guiado desde el comienzo de la carrera.

En segundo lugar, Mgtr. Díaz Huiza, Luis Humberto por apoyarme en esta etapa final y por todas las recomendaciones que me ha brindado para que este proyecto se haga realidad

SANCHEZ PACHECO, Cecilia Giuliana

## **Agradecimiento**

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia. Gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto. Gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es. Gracias a mi familia por darme un apoyo incondicional, por creer en mí y a Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

Este camino no ha sido sencillo, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr este desafío se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

A la Universidad Cesar Vallejo por darnos las comodidades para el desarrollo de las investigaciones con el apoyo de sus laboratorios.

A los ingenieros que nos otorgaron sus conocimientos a través de estos años de formación.

ATAO ZARATE, Jon Leo

SANCHEZ PACHECO, Cecilia Giuliana

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. MARCO TEÓRICO .....	15
III. METODOLOGÍA .....	27
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	27
3.2. Variable y Operacionalización .....	29
3.3. Población, muestra y muestreo .....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	36
3.5. Procedimientos .....	38
3.6. Método de análisis de datos .....	43
3.7. Aspectos Éticos .....	43
IV. RESULTADOS .....	45
V. DISCUSIÓN .....	67
VI. CONCLUSIÓN .....	69
VIII. RECOMENDACIONES .....	70
REFERENCIAS .....	71
ANEXOS .....	75

## Índice de tablas

Tabla 1. Ficha técnica de ladrillos térmicos .....	19
Tabla 2. Dimensiones e Indicadores variable independiente. ....	29
Tabla 3. Dimensiones e Indicadores variable dependiente .....	30
Tabla 4. Distribución de los ladrillos a analizar.....	31
Tabla 5. Distribución de ladrillos con sustitución de perlas de perlas de poliestireno expandido.....	32
Tabla 6. Equipos utilizados.....	41
Tabla 7. Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio.....	41
Tabla 8. Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio.....	42
Tabla 9. Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio.....	42
Tabla 10. Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio.....	43
Tabla 11. Distribución de ladrillos con sustitución de perlas de perlas de poliestireno expandido.....	45
Tabla 12. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 90%- poliestireno 10% expandido.....	46
Tabla 13. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 80%- poliestireno 20% expandido.....	48
Tabla 14. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 70%- poliestireno 30% expandido.....	49
Tabla 15. Resultados de método de evaluación de ladrillo patrón .....	50
Tabla 16. Comparación de los resultados de laboratorio promedios.....	51
Tabla 17. Resultados de ensayo de medición de conductividad térmica. ....	53
Tabla 18. Resultados de ensayo de medición de conductividad térmica. ....	54
Tabla 19. Resultados de la resistencia a la compresión diagonal en muretes. ....	55
Tabla 20. Resistencia a la compresión diagonal .....	56
Tabla 21. Resistencia a la compresión de pilas de albañilería. ....	57
Tabla 22. Resistencia a la compresión de pilas .....	58
Tabla 23. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	59
Tabla 24. Información descriptiva tracción a compresión diametral .....	60
Tabla 25. Prueba de Anova de Arcilla 90%,80% y 70% y patrón.....	61
Tabla 26. Información descriptiva resistencia a compresión diagonal en muretes	61

Tabla 27. Prueba ANOVA muro y patrón .....	62
Tabla 28. Información descriptiva resistencia a compresión de pilas de albañilería .....	63
Tabla 29. Prueba de ANOVA muro y patrón .....	63
Tabla 30. Información descriptiva de plástico relleno con arcilla 90% y poliestireno 10%.....	64
Tabla 31. Prueba ANOVA de Arcilla 90% poliestireno 10% y patrón .....	65
Tabla 32. Información descriptiva de plástico relleno con arcilla 90% y poliestireno 10%.....	65
Tabla 33. Prueba ANOVA de patrón y arcilla 70% - 10%.....	66

## Índice de figuras

Figura 1. contaminación de botellas en las calles-cerro de Pasco. ....	11
Figura 2. Reciclaje de botellas de plástico (PET). ....	18
Figura 3. Tipos de ladrillos térmicos o eco-ladrillos. ....	19
Figura 4. Perlas de poliestireno expandido (EPS). ....	20
Figura 5. Tierra como material de construcción. ....	22
Figura 6. Tierra arcillosa. ....	22
Figura 7. Ladrillos con sustitución de perlas de poliestireno expandido 10%. ....	33
Figura 8. Ladrillos con sustitución de perlas de poliestireno expandido 20%. ....	34
Figura 9. Ladrillos con sustitución de perlas de poliestireno expandido 30%. ....	34
Figura 10. Secado de ladrillo de adobe. ....	35
Figura 11. Conductividad térmica del adobe. ....	36
Figura 12. Ensayo de laboratorio. ....	37
Figura 13. Ensayo de laboratorio. ....	38
Figura 14. Obtención de arcilla. ....	38
Figura 15. Zarandeo de arcilla. ....	38
Figura 16. Ladrillos PET llenados de poliestireno. ....	39
Figura 17. Prueba a compresión en laboratorio. ....	39
Figura 18. Preparación de murete de ladrillos de botella. ....	39
Figura 19. Murete de ladrillos de botella. ....	40
Figura 20. Prueba a compresión de diagonal en pilas. ....	40
Figura 21. Prueba a compresión en muretes. ....	40
Figura 22. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 90%- poliestireno 10% expandido. ....	47
Figura 23. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 90%- poliestireno 10% expandido. ....	48
Figura 24. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 90%- poliestireno 10% expandido. ....	49
Figura 25. Resultado de análisis de compresión en laboratorio de ladrillo de adobe. ....	50
Figura 26. Comparación de los resultados de laboratorio promedios. ....	52

Figura 27. Resultados de ensayo de medición de conductividad térmica. ....	53
Figura 28. Resultados de ensayo de medición de conductividad resistencia térmica. .....	54
Figura 29. Resultados resistencia a la compresión diagonal en muretes. ....	55
Figura 30 Resistencia a compresión diagonal en muretes. ....	56
Figura 31. Resultados de ensayo de medición de conductividad térmica. ....	57
Figura 32. Resistencia a la compresión de pilas .....	58
Figura 33. Laboratorio de ensayos a compresión. ....	86
Figura 34. Ensayos a compresión por unidad de albañilería. ....	86
Figura 35. Ensayo a compresión en laboratorio arcilla 70%- poliestireno 30%. ...	87
Figura 36. Ensayos a compresión en laboratorio .....	87
Figura 37. Medición de conductividad térmica, unidad de albañilería .....	98
Figura 38. Ensayos de conductividad térmica. ....	99



## Resumen

En la siguiente investigación “Ladrillos térmicos de botellas de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas Altoandinas cerro de Pasco 2021”. Se planteó como objetivo general determinar si los ladrillos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno son aptos como alternativa para el aislamiento térmico y resistencia a la compresión.

Se llevó a cabo el ensayo de la resistencia a compresión de los materiales a utilizar (ladrillos térmicos). Asimismo, se compararon la resistencia y sus propiedades con el ladrillo convencional que utilizan en las zonas altoandinas para la construcción de sus viviendas.

Por otro lado, se analizó la temperatura de los ladrillos, realizando un prototipo utilizando las herramientas necesarias que sirvieron como apoyo para determinar si son térmicas con respecto a las demás viviendas construidas en la zona con materiales comunes.

**Palabras clave:** Ladrillos térmicos, botellas de plástico

## **Abstract**

In the following investigation "Thermal bricks from plastic bottles filled with clay and polystyrene for Alto Andean homes Cerro de Pasco 2021". The general objective was to determine if plastic bottle bricks filled with clay and polystyrene are suitable as an alternative for thermal insulation and compressive strength.

The compressive strength test of the materials to be used (thermal bricks) was carried out. Likewise, the resistance and its properties were compared with the conventional brick used in the high Andean areas for the construction of their homes.

On the other hand, the temperature of the bricks was analyzed, making a prototype using the necessary tools that served as support to determine if they are thermal with respect to the other houses built in the area with common materials.

**Keywords:** thermal bricks, plastic bottles

## I. INTRODUCCIÓN

La tesis “Ladrillos térmicos de botellas de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas Altoandinas cerro de Pasco 2021” plantea el uso de los materiales de la misma zona, generando así un ambiente saludable y térmico.

Para el llegar a cumplir los objetivos del presente estudio, se realizaron ensayos de compresión a fin de conocer la resistencia para luego compararlos con el adobe convencional destinado a construir casas en las zonas altoandinas. Por otro lado, se realizó el ensayo de medición de conductividad térmica de ladrillo PET, unidad de albañilería.

También es necesario mencionar, que en nuestro país y en todo el mundo existe mucha contaminación ambiental causado por los desechos de botellas de plástico; por lo que el presente estudio es contiene relevancia social al proponer dar uso a las botellas que ya no se usan.



Figura 1. contaminación de botellas en las calles-cerro de Pasco.

Cabe resaltar que un gran problema que aqueja a la humanidad es el aumento del calentamiento global que ha causado un gran cambio climático originados por la contaminación ambiental; es decir, por residuos sólidos que están formados por desechos plásticos, metal, hoja, lata, vidrios, residuos de comida, entre otros. En el

Perú en el año 2016 se concibieron más de 7 millones de toneladas de residuos sólidos, no obstante, en nuestro país solo se llega a reciclar 1.9% de los residuos que se pueden reutilizar.

Además, actualmente en las zonas alto-andinas como puno, cuzco, Cajamarca, Huancavelica, Cerro de Pasco, entre otros aquejan un problema crónico que es el friaje, se ha registrado más de 150 muertos que son menores de edad causados por la neumonía, esta enfermedad se encuentra entre las más letales, otra enfermedad que trae consigo el friaje es de problemas de infecciones respiratorias agudas (IRAS), enfermedades que aumenta las probabilidades de ser contraídas por las características en las que se encuentra las casas en las se habitan y las prácticas que tienen para combatir el frio, ahora bien todos los años en Perú el friaje tiene una frecuencia que va de 6 a 10 veces y tiene una duración de mayo a agosto.

Teniendo en cuenta estos dos problemas se ha intentado y/o planteado disminuir la contaminación ambiental y su impacto en el planeta y la sociedad, que se llevó a cabo con el reciclaje que es juntar materiales que se puedan reutilizar para un uso común evitando crear y/o utilizar materiales que creen más contaminación.

Por ello es la importancia de los hallazgos encontrados a través de la aplicación de este estudio que permitirá brindar soluciones a los problemas identificados en los párrafos anteriores, minimizando también los costos en las construcciones y brindando apoyo a las familias con bajos recursos económicos.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El proyecto de investigación titulado “Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021”, permite identificar la resistencia de los ladrillos térmicos de botellas rellenos con arcilla y poliestireno, como también se conocerá sus propiedades termo-acústicas, presentando una alternativa de vivienda para las zonas altoandinas.

## **PROBLEMA GENERAL**

¿Los ladrillos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno son aptos como alternativa para el aislamiento térmico y resistencia a la compresión?

## **PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿La botella de plástico relleno con arcilla y poliestireno son resistentes a la compresión respecto al adobe convencional?
- ¿La botella de plástico relleno con arcilla 90% y poliestireno 10% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional?
- ¿La botella de plástico relleno con arcilla 70% y poliestireno 30% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional?

## **JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Teniendo en cuenta que las construcciones que se realizan con adobe convencional con el paso de los años comienzan a presentar rajaduras o deteriorarse, como también estas construcciones no suelen tener propiedades térmicas.

## **JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Según Minke G., (2005) “la tierra está constituida y posee diversidades de propiedades, las mismas que tiene dependencia según la ubicación donde estos permanezcan” p.35.

La investigación genera información científica útil para realizar la construcción de viviendas con ladrillos térmicos, y así disminuir la contaminación de botellas en todo el mundo. Adicionalmente, se pretende dar un confort térmico para las zonas Altoandinas.

## **JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

La construcción con ladrillos térmicos de botellas de plástico rellenos con arcillas y poliestireno resulta ser una buena opción puesto que los materiales a los que se da uso en el proyecto son recolectados de la zona y las botellas son recicladas por ello es una opción economía y sostenible.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar si los ladrillos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno son aptos como alternativa para el aislamiento térmico y resistencia a la compresión.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar si la botella de plástico relleno con arcilla y poliestireno son resistentes a la compresión respecto al adobe convencional.
- Determinar si la botella de plástico rellenos con arcilla 90% y poliestireno 10% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional.
- Determinar si la botella de plástico rellenos con arcilla 70% y poliestireno 30% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional

## **HIPÓTESIS GENERAL**

De la investigación se plantea como hipótesis general lo siguiente:

Los ladrillos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno son aptos como alternativa para el aislamiento térmico y resistencia a la compresión.

## **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

De la siguiente investigación tenemos hipótesis específicas:

- La botella de plástico relleno con arcilla y poliestireno son resistentes a la compresión respecto al adobe convencional.
- La botella de plástico relleno con arcilla 90% y poliestireno 10% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional.
- La botella de plástico relleno con arcilla 70% y poliestireno 30% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional.

## II. MARCO TEÓRICO

### ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Gonzales J. (2019), "Construcción con botellas de plástico: análisis de y mejora de elementos y sistemas constructivos estructurales", determinó en calidad de objetivo principal realizar un análisis y optimizar el comportamiento mecánico y estructural de los actuales elementos y sistemas relacionados a la construcción basados en el uso de botellas de plástico por ejemplo bloques o ladrillos, para tal fin realizó una investigación cuya metodología fue cuantitativa experimental. La conclusión del estudio fue establecer un sistema de construcción pautado y acortado con características económicas bajas y fácil accesibilidad sin necesidad de perder la funcionalidad. De esta manera, esta acción permite obtener mayores probabilidades para la proliferación, teniendo en cuenta que cuanto más transformación existe, en la manera de ver un residuo con un costo muy bajo (a excepción del costo que corresponde a la mano de obra).

Arguello, Castellanos, (2015), "Prototipo de vivienda de bajos recursos con material reciclado (modelación SAP, caracterización de los materiales, animación virtual)", a fin de crear una simulación a través del programa estructural SAP, y ejecutar una animación virtual que permita mostrar la edificación de una vivienda de bajo costo a base de material reciclado, optimizando de esta manera el costo, tiempo y calidad de producción, efectuaron una investigación a fin de instar a este tipo de construcciones para un futuro. Los investigadores dieron uso a la recopilación de información, concluyendo que los diseños anteriores que se efectuaron para la vivienda tiene la característica de realizables debido a que tienen la capacidad de soportar las cargas estáticas generadas, considerando los resultados que se obtuvieron mediante el SAP.

Reyes C. (2016), "El PET como sistema alternativo para la construcción de muros en la vivienda", el objetivo principal del trabajo fue el de utilizar el PET como sistema constructivo alternativo. A través de una investigación experimental, el autor concluye que este sistema constructivo es una alternativa técnica y financieramente viable que conduzca a reutilizar la botella de PET.

## **ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

Huamán, Pintado, (2019), “Diseño de una vivienda con muros portantes de botellas plásticas (PET) recicladas en el A.H Micaela Bastidas IV etapa” planteó realizar diseños de vivienda con muros portantes de botellas hechas a base de plástico recicladas en la población de estudio, a través de una metodología de investigación experimental, concluye que las particularidades mecánicas de las PET repletas con arena y cemento a fin de optimizar su esfuerzo máximo varía, esta afirmación luego de tomar un par de muestras con capacidad de 400 y 500 ml respectivamente que estuvieron expuestas a la prensa hidráulica, esta primera adquirió un esfuerzo máximo 97.55 kg/ cm<sup>2</sup>, en tanto la segunda adquirió un esfuerzo máximo 97.08 kg/cm<sup>2</sup>.

Mamani, Moran (2021), “Evaluación del comportamiento térmico de un adobe con adición de diatomita para la construcción de viviendas en las zonas rurales del departamento de Ayacucho” con el propósito de realizar una evaluación respecto al comportamiento térmico de bloques elaborados con adobe adicionando diatomita para comprobar su uso para las viviendas rurales, la metodología que usaron fue de ámbito analítico, llegaron a la conclusión que se llegó a una disminución de la conductividad térmica de 6% y 21% de acuerdo al porcentaje de diatomita que usaron.

Fermín, et. al. (2018), “Prototipo de ecoladrillos para la construcción de viviendas ecológicas en zonas de escasos recursos económicos, Villa María del Triunfo, 2018” plantearon por finalidad principal establecer en qué grado se mejora la construcción de viviendas utilizando el prototipo de Eco-Ladrillo en Villa María del Triunfo. La metodología que se empleó fue correlacional explicativo experimental, concluyendo que este prototipo de eco ladrillo satisface de manera completa a la acción de construir viviendas ecológicas, generando esta usabilidad grandes beneficios para los pobladores con bajos recursos económicos debido a que la compra de este material está por debajo del precio de un ladrillo convencional, además de ser un



material que contribuya con el cuidado del medio ambiente, evitando así la contaminación del ecosistema.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **Botellas de plástico (PET)**

Según Herrera y Estrada, dentro de los materiales poliméricos es el poli (tereftalato de etileno) (PET) uno de los más relevantes cuyo uso considerable radica en la producción de envases para agua y bebidas embotelladas; no obstante, existen escasas aplicaciones para el PET reciclado de poca pureza [...] (2012, p.1).

El PET es un tipo de polímero hecho a base de petróleo crudo, gases naturales y aire en porcentajes de 64%, 23% y 13% que tiene por características la durabilidad, ser ligero, sus propiedades mecánicas y térmicas y resiste fuerzas de compresión aplicadas en ellas.

La utilización del PET comenzó a mediados del siglo XVIII, desde entonces se comenzó a fabricar este material para envases de bebidas ya sea de agua embotellada o bebidas gasificadas, una gran ventaja de este material es que es reciclable al 100%.

Según SANCHEZ, Johan, el ingreso del material PET al mercado fue como botellas y envases, y género tendencia mundial de su consumo ya que en 1998 fue del 85% de la humanidad y para los últimos años hubo un incremento de 47.5%. [...] (2003, p.1).



Figura 2. Reciclaje de botellas de plástico (PET).

La figura 2 muestra que las botellas de plástico no han recicladas de manera correcta; por lo tanto, se asume que este material está perdiendo su valor; sin embargo, es necesario demostrar a través del presente estudio la gran utilidad que se le otorga por sus características.

### **Reciclaje**

El reciclaje es el proceso que nos permite reutilizar un elemento que pudo haber sido desechado dándoles otra forma y uso; es decir, las cantidades de residuos direccionados a su disposición final serán menores en gran magnitud, teniendo en cuenta en Piura no poseen relleno sanitario, y además esta ciudad posee un rígido déficit de acción y planificación con relación a ello. (Ministerio del Ambiente, 2016-2024)

### **Ladrillos térmicos**

Según Gaviria y Marín la composición del ladrillo térmico es natural (material vegetal, conglomerantes naturales, y aglomerantes naturales y reciclables). El ladrillo está siendo promovido y utilizado por arquitectos y compañías responsables con el medio ambiente, con la inclinación de desarrollar-construir lugares más habitables, saludables y confortables, de alta calidad, resistencia y durabilidad (2016, p.28).



Figura 3. Tipos de ladrillos térmicos o eco-ladrillos

Se ha realizado diversos estudios sobre los ladrillos térmicos, que a la actualidad su composición se basa en tierra, paja y materiales reciclables tales como el PET y este último material ayuda a la disminución de la contaminación ambiental, la duración de dichos ladrillos tiene un aproximado de mil años puesto que ese es el tiempo de degradación de dicho material.

Tabla 1. Ficha técnica de ladrillos térmicos

LADRILLO TÉRMICO	
Características físicas	La coloración de los ladrillos es homogénea de color tierra, con una textura rugosa, sus medidas son 29cm x 14cm x 10cm, densidad 300 kg/m <sup>3</sup> aproximadamente
Características técnicas	El componente principal del ladrillo es la parte leñosa del cáñamo (planta robusta, y no requiere herbicidas o pesticidas para crecer). Posee bajo índice de THC, es resistente al moho, resistencia al fuego RF 120, capacidad calorífica 1291 kcal/m <sup>3</sup> °C, no se

	agrieta con pequeños movimientos de tierra.
Características intangibles	Reduce la contaminación ambiental Mejora las condiciones atmosféricas de los lugares habitables
Duración	Tiene una vida útil de miles de años, con una resistencia creciente.

Fuente: elaborado en base, importación y comercialización de ladrillos térmicos (2016).

### **Poliestireno**

Según Rapin y Jacquard, el poliestireno expandido es un material aislante celular adquirido a partir del poliestireno expandido (producto base) en el ámbito comercial recibe el nombre de <<styropor>> debido a la firma B.A.S.F cuya presentación se da bajo la forma de perlas blancas obtenidas por la polimerización de las perlas de estireno (1997, p.573).



Figura 4. Perlas de poliestireno expandido (EPS).

## **Propiedades de las perlas de poliestireno**

- Densidad

Según Lapa J. estas perlas de EPS pueden oscilar de 10 a 25 kg/m<sup>3</sup> dependiendo mayormente del tipo de fabricación, estas se encuentran elaboradas de un material bastante ligero pero que son resistentes puesto que tienen una resistencia que va de 10 kg/m<sup>3</sup> a 25 kg/m<sup>3</sup>, pero esto va a depender bastante de su fabricación.

- Resistencia mecánica

Según Lapa J. La resistencia del poliestireno expandido sujeto a esfuerzos mecánicos son: resistencia a la compresión con una deformación del 2 % con valores de 15 a 70 Kpa, resistencia a la flexión fluctúa entre 50 a 375 Kpa, resistencia a la tracción debajo a los 100 Kpa y resistencia a la cizalladura o esfuerzo cortante fluctúa entre 25 a 184 Kpa (13). (2020, p.52).

La resistencia del poliestireno varía según sea el esfuerzo que sea sometido tal como el esfuerzo a compresión, tracción, cizalladura o esfuerzo cortante.

- Aislamiento térmico

Según Lapa J. los productos y materiales de poliestireno expandido (EPS o tecnopor) poseen un gran contenido de aislamiento térmico respecto al calor y al frío. Su volumen y conservación permite tener un buen aislante térmico (13). (2020, P.52).

El aislamiento térmico es una de las composiciones más importantes del poliestireno expandido debido a que posee estructuras cerradas rellenas al 98% de aire.

- Propiedades biológicas

Según Lapa J. El poliestireno expandido no constituye sustrato nutritivo alguno para los microorganismos. Se encuentra expandido gracias a sus propiedades biológicas no permite el ingreso de ninguna bacteria, como tampoco se pudre, ni le aparece el moho, ni se degrada y esto ayuda para brindar seguridad e higiene.

## Tierra.

Según Minke G. refiere que esta es un material predominante destinada a la construcción y actualmente un tercio de la población habita en casas de tierra, aún en países en vía de desarrollo, estas simbolizan mayor al 50% (2005, p.13).

Hasta la actualidad en nuestro país se ha visto que todavía existen las construcciones de tierra, sobre todo en las zonas altoandinas tales como Puno, Cerro de Pasco, Moquegua, Huancavelica, entre otros.



Figura 5. Tierra como material de construcción.

## Arcilla

Su uso radica desde miles de años atrás, fue utilizada en calidad de materia prima para construir diversos objetos, en tanto los años iban pasando su importancia monetaria se incrementó en gran manera, que hoy en día no existe actividad alguna donde esta no sea considerada y/o utilizada.



Figura 6. Tierra arcillosa.

## **Adobe**

Bloque macizo de tierra sin cocer, este contiene paja u otro material capaz de convertirlo más estable respectoa agentes externos, según ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2010, p. 6).

Según, PNVR et al, manifiesta que el adobe es un material de gran importancia para los pobladores de las zonas altoandinas ya que es usada para la construcción no solo de casa sino también de escuelas. (2010).

El mortero que se usa para unir el adobe es el mortero de tierra o barro que se une también con paja u otros materiales para asegurar su adherencia y resistencia.

Según, Morales, (1993), las fallas que existen en las construcciones de adobes se deben a que estas se realizan de forma empírica ni supervisión, mano de obra deficiente ni profesional (p.40).

### a. Resistencia a compresión:

Para realizar ensayos se dieron uso a piezas completamente secas, alcanzado un valor mínimo de 12 kg/cm<sup>2</sup> (Norma E-080,2006). La resistencia a la compresión de las unidades de adobe es un índice de calidad de la misma.

Según COTRINA, Alex el adobe con paja es más resistente que el adobe sin paja. (2014, p.15)

### b. comportamiento físico y mecánico:

según, PERALTA, C, el comportamiento físico y mecánico del adobe dependen directamente del peso específico, contenido de humedad y material orgánico, a partir de ello la importancia de conocer la degradación del suelo que permita el control de la humedad, así como la mejora hacia la resistencia a los esfuerzos a carga, (2021, p.30).

### c. Análisis granulométrico

La granulometría determina la repartición de cantidad de partículas de suelo en distintos tamaños o partículas contabilizadas en porcentajes. Norma (ASTM D422, 2005)

### **Cobertura de paja**

Según MAIZTEGUI, Belén en América del Sur existen las coberturas de hojas de palma, y elementos de vegetación (paja, carrizo, fibras, entre otros). Los habitantes de dichos lugares han sabido aprovechar la maleabilidad y liviandad como protección de las precipitaciones y los rayos solares. (2020).

En los diversos países de América del Sur se han construido distintos techos o coberturas para protegerse del sol y las lluvias, en las zonas altoandinas dichos techos están conformados especialmente por paja ya que estas abundan en la zona y llega a ser un material muy económico.

### **Resistividad térmica**

Según ROUGERON C. la resistividad térmica ofrecida por un cuerpo al paso de calor será proporcional a su espesor o inversamente proporcional a su conductividad (1977, p.47).

La resistividad térmica se mide bajo los parámetros de Estándar IEEE 442-2017 - Guía IEEE para mediciones de resistividad térmica del suelo.

### **Conductividad térmica**

D. CALLISTER manifiesta que la conductividad térmica es un fenómeno que transfiere calor de las regiones de alta temperatura a las regiones de baja temperatura. (1996, p.674). La fórmula que hace referencia el autor para encontrar la conductividad térmica es:

$$q = -k \frac{dT}{dx}$$

Donde:

- q = flujo de calor.



- $k$  = conductividad térmica.
- $dT/dx$  = gradiente de calor a través del medio conductor.

La unidad de medida de  $k$  es  $W/m-k$  que significa vatios por metro-kelvin, la conductividad térmica también se puede definir como la velocidad en transmitir el calor.

La conducción térmica está influenciada por la difusión de fonones y electrones, los cuales permiten y limitan el transporte de energía térmica en el sólido, la baja conductividad térmica en materiales amorfos o solidos se debe a que existe un desorden atómico, al proceso de difusión de fonones que son cuasipartículas o modo cuantizado vibratorio localizado, los materiales aislantes tienen poca capacidad de conductividad térmica.

La conductividad térmica se mide bajo los parámetros de ASTM D5930-09, Método de prueba estándar para la conductividad térmica de plásticos por medio de una técnica de fuente lineal transitoria y ASTM D5334-14.

### **Ensayos de laboratorio.**

Los ensayos que se van a realizar tales como el ensayo a compresión sobre unidades de ladrillos térmicos hechos de botellas rellenos con arcilla y poliestireno, como también ensayos a unidades de ladrillos de adobe, los ensayos a compresión axial de pila de ladrillos térmicos hechos de botellas rellenos con arcilla y poliestireno y los ensayos a compresión diagonal en murete de ladrillos térmicos hechos de botellas rellenos con arcilla y poliestireno se llevar a cabo en un laboratorio certificado.

Los ensayos se llevarán a cabo en fases: en primer lugar, la recolección de las botellas, la segunda la selección de muestra en campo tales como la paja y tierra, la tercera preparación de ladrillos de botellas rellenas de arcilla y poliestireno , la preparación de ladrillos de adobe, la preparación de pilas de ladrillos de botellas rellenas de arcilla y poliestireno y la preparación de murete de ladrillos

de botellas rellenas de arcilla y poliestireno, cuarto traslado y ensayo en laboratorio.

### **III. METODOLOGÍA**

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

Experimental y aplicada, Muñoz manifiesta al respecto, en este tipo de estudio, [...] identifica hallazgos o conocimientos cuya aplicación es continua. Evidentemente cuando las ciencias y los conocimientos obtenidos son menos abstractos y menos generales se acercan más a la aplicación contigua y, por lo tanto, se administra en menor grado de abstracción. (2016, p.56). La investigación básica sólo tiene un fin que es de solo obtener y reunir información ya existente para brindar solo una base y seguir aumentando información a la que ya existe. Considerando que es un estudio experimental, se procedió a la manipulación intencional de las variables una sobre otra para luego proceder al análisis de los resultados (Hernández, 2014, p.129).

Está basada en aplicar conocimientos teóricos y científicos hacia un contexto específico, recibe el nombre de utilitaria o constructiva; Además, los investigadores averiguan conocer a fin de construir, actuar, hacer, modificar y aplicar de manera inmediata sobre una realidad (Sánchez, 1998, p. 40).

Aplicada cuyo propósito implica plantear la solución a dificultades y contextos concretos y reconocibles, en donde agrupa las condiciones de una investigación fundamental respecto a la metodología cuantitativa, se midió la variable independiente: Botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno respecto a su resistencia a la compresión de los ladrillos térmico, mediante la proporción y granulometría. estas se identificarán respecto a dimensiones e indicadores.

Por otro lado, un estudio de tipo aplicado tiene por finalidad aplicar lo propuesto en el estudio de manera inmediata para poder analizar los resultados y brindar respuestas inmediatas, La investigación aplicada genera conocimientos, pues el investigador al conocer un problema ya existente busca resolver dichos problemas.

### **Nivel de la investigación**

Explicativa, pues se posee en el estudio variables independientes, las mismas que han sido investigadas con la finalidad de conducir a cambios en los hallazgos. Explicativa con el objeto de establecer qué causa el evento o fenómeno (Hernández, 2014).

### **Método de investigación**

Cuantitativo, porque los medios de prueba de hipótesis se basan en la medición numérica y análisis estadístico. Además, utiliza la recolección de datos con la finalidad de contrastar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico [...]” (Hernández Sampieri.p.138).

Ramírez expresa que realizar una cuantificación involucra fijar una diversidad de datos recolectados, de la cual conlleva a tener un objetivo específico (2010, p. 53)

Reúne datos en base a los experimentos, exploraciones que realice el investigador con el fin de comprobar su hipótesis y sus objetivos, estas se aplican para que los datos sean confiables.

En nuestro proyecto se reunirán todos los datos necesarios con la ejecución de nuestro proyecto para así obtener datos que sean confiables, Asimismo se realizarán ensayos en laboratorios como resistencia a la compresión.

### **Diseño de Investigación**

Experimental, se realizará en dos áreas, se integrará el diseño experimental. El primero se realizará en el laboratorio. Ejecutando el método de diseño de la mezcla, resultando en la prueba de compresión (resistencia del ladrillo térmico) y el papel de las perlas de poliestireno expandido en la resistencia a la compresión y el peso unitario del ladrillo se llevó a cabo en el gabinete, y luego se conocerán los resultados obtenidos. Analizando y comparando. Los resultados de las resistencias a la compresión del ladrillo térmico. “Refiere a un estudio en el que se manipulan deliberadamente las variables independientes (supuestas causas-antecedentes) [...]” (Hernández Sampieri.p.153).

### 3.2. Variable y Operacionalización

Según, (Gómez, 2012) se investiga cada atributo que involucra cada variable, así también se estudia cada propiedad de la variable cuyo enfoque está basada en la resistencia a la compresión y análisis térmico, las cuales presentarán valores números en todo el proceso que se pueden medir.

Por lo tanto, las variables estudiadas en la presente investigación son:

Variable Independiente

Botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno.

Las botellas de plásticos rellenas con arcilla y poliestireno, se obtiene un ladrillo liviano para utilizar en las viviendas altoandinas.

#### Definición conceptual

Las botellas de plásticos rellenas con arcilla y poliestireno es una combinación de porcentajes de arcilla y poliestireno para obtener, ladrillos térmicos. Para las zonas altoandinas, así mismo evaluaremos la resistencia a la compresión.

#### Definición operacional

Se evaluará los porcentajes de la arcilla (c) y poliestireno en laboratorio de diferentes porcentajes la evaluación serán las siguientes: 10% de poliestireno 90 % de arcilla, 20% de poliestireno 80% de arcilla y 30% de poliestireno 70% de arcilla. Las dimensiones e indicadores se distribuyeron, ver tabla 2.

Tabla 2. Dimensiones e Indicadores variable independiente.

DIMENSIONES	INDICADORES
Proporción	Poliestireno (10%, 20%, 30%)
Granulometría	Arcilla

Fuente: Elaboración propia.

Variable dependiente

Ladrillos térmicos

Los ladrillos térmicos son la combinación de arcilla y poliestireno en relación a diferentes porcentajes de combinación, para evaluar la resistencia a la compresión y al aislamiento térmico.

Definición conceptual.

Los ladrillos térmicos se basan en la combinación de los materiales arcilla y poliestireno. Los resultados de las pruebas de aislamiento térmico, se emplean principalmente para evaluar el aislamiento térmico y poder utilizar los ladrillos en las zonas altoandinas.

Definición operacional:

Se realizaron ensayos para evaluar el aislamiento térmico-acústico de los ladrillos PET. Según los porcentajes de arcillas y poliestireno. Asimismo, se harán ensayos de laboratorio para evaluar la resistencia a la compresión, ver tabla 3.

Las dimensiones e indicadores son los siguientes:

Tabla 3. Dimensiones e Indicadores variable dependiente

DIMENSIONES	INDICADORES
Resistencia a la compresión	Unidad de albañilería
	Ensayo en pilas
	Ensayo en Muretes
Aislamiento termo-acústico	Grados(°) y Decibel(dB)

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

Agrupación de casos que coinciden con características explícitas (Hernández Sampieri.p159); además, Sánchez, Reyes & Mejía (2018), denominan como población al conjunto de elementos cuyas semejanzas son comunes y conllevan características explícitas.

Esta investigación se ha realizado para las zonas altoandinas de puno entre los meses de julio a diciembre del 2021.

La población en estudio fue 79 unidades (ver tabla 4)

Tabla 4. Distribución de los ladrillos a analizar.

Nº DE PROBETAS PARA ENSAYO	PORCENTAJES (%)	
	Arcilla% (c)	Poliestireno% (p)
03 ladrillos a presión por unidad.	90	10
03 ladrillos a presión por unidad.	80	20
03 ladrillos a presión por unidad.	70	30
06 ladrillos a ensayo por pila	90	10
06 ladrillos a ensayo por pila	80	20
06 ladrillos a ensayo por pila	70	30
16 ladrillos a ensayo para muretes	90	10
16 ladrillos a ensayo para muretes	80	20
16 ladrillos a ensayo para muretes	70	30
02 ladrillos para conductividad térmica	90	10
02 ladrillos para conductividad térmica	70	30

Fuente: Elaboración propia.

## Muestra

Está referido a las unidades de análisis a las que se ha aplicado respecto a un criterio para seleccionarlas (Zapata, 2005). Así también es considerada como una parte particular de la población (Tamayo, 1999 p.112).

Hernández, Sampieri, el cálculo del tamaño de la muestra con variables cuantitativas (Cuantitativa -Estimación de promedio) usa la siguiente fórmula:

## Muestreo

“No probabilístico es una técnica que consiste en seleccionar una muestra de la población por el hecho de que sea accesible [...]” (Hernández, Sampieri.p.78). Para el caso específico del presente estudio se hicieron ensayos de 72 Ladrillos PET: 3 ladrillos con sustitución de 10% de perlas de poliestireno expandido, 3 ladrillos con sustitución de 20% de perlas de poliestireno expandido, 3 ladrillos con sustitución de 30% de perlas de poliestireno expandido, 6 ladrillos con sustitución de 10% de perlas de poliestireno expandido, 6 ladrillos con sustitución de 20% de perlas de poliestireno expandido, 6 ladrillos con sustitución de 30% de perlas de poliestireno expandido 16 ladrillos con sustitución de 10% de perlas de poliestireno expandido, 16 ladrillos con sustitución de 20% de perlas de poliestireno expandido, 16 ladrillos con sustitución de 30% de perlas de poliestireno expandido conforme al volumen del arcilla, estas serán sometidas a ensayo de laboratorio a fin de obtención y análisis de resultados, obteniendo así la resistencia a compresión, ver tabla 5.

Tabla 5. Distribución de ladrillos con sustitución de perlas de perlas de poliestireno expandido

	PORCENTAJES (%)	
Nº DE PROBETAS PARA ENSAYO	Arcilla% (c) – Poliestireno% (p)	
03 ladrillos a presión por unidad.	90	10
03 ladrillos a presión por unidad.	80	20
03 ladrillos a presión por unidad.	70	30
01 ensayo por pila de albañilería	90	10



01 ensayo por pila de albañilería	80	20
01 ensayo por pila de albañilería	70	30
01 ensayo para muretes	90	10
01 ensayo para muretes	80	20
01 ensayo para muretes	70	30
02 ensayo de conductividad térmica	90	10
02 ensayo de conductividad térmica	70	30
TOTAL : 19 ENSAYOS		

Fuente: Elaboración propia.

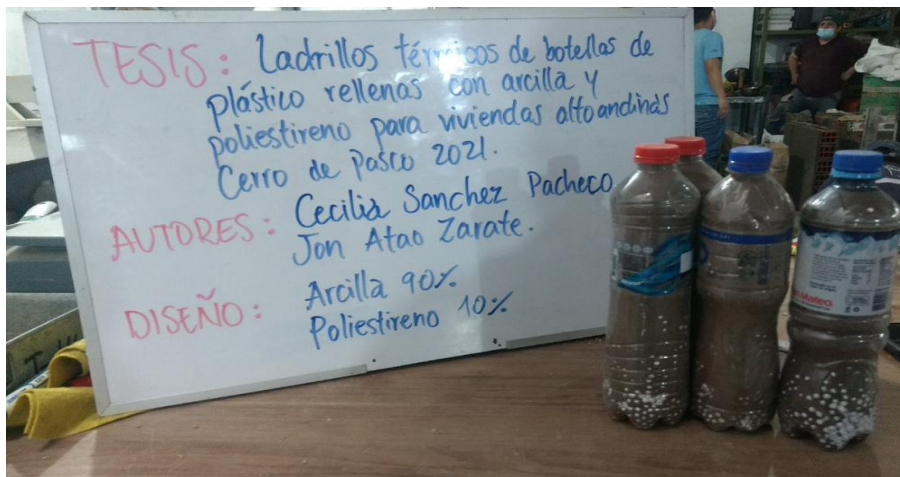


Figura 7. Ladrillos con sustitución de perlas de poliestireno expandido 10%

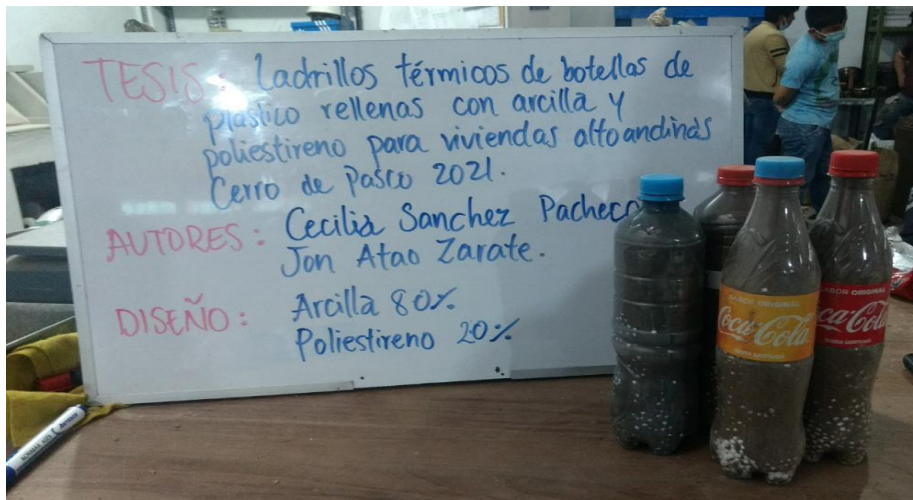


Figura 8. Ladrillos con sustitución de perlas de poliestireno expandido 20%

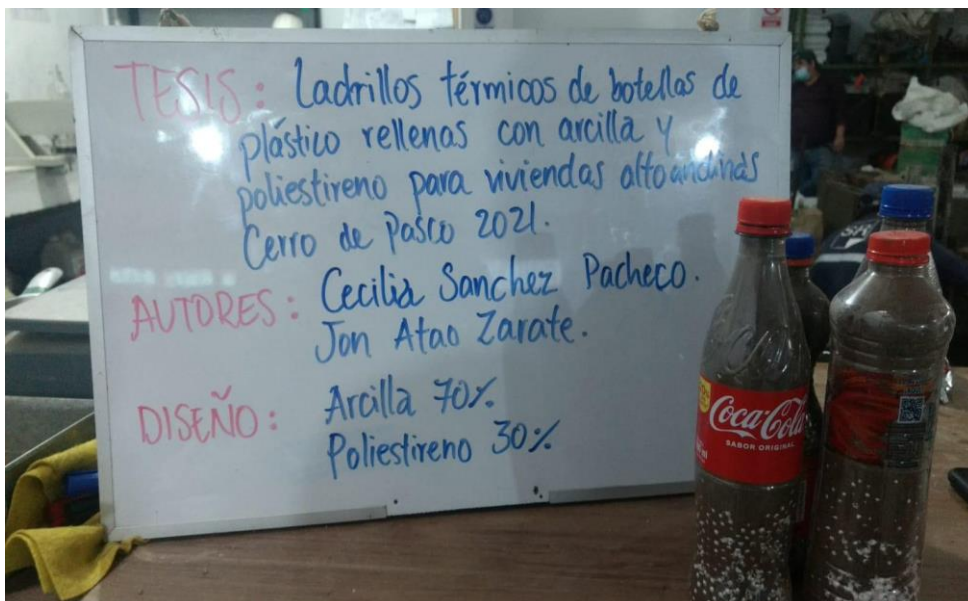


Figura 9. Ladrillos con sustitución de perlas de poliestireno expandido 30%

### Ladrillo patrón - adobe

Es un bloque conformado por barro realizado manualmente al rellenar barro en moldes y haciéndolo secar al aire libre. Las construcciones de muros conformados por adobe son realizadas con mortero de tierra. Para elaborar estos se requieren diversas clases de moldes, mayormente madera.



Figura 10. Secado de ladrillo de adobe.

### Conductividad térmica del adobe

Es la capacidad de transmitir calor a través de un material homogéneo. Diversos autores asignan un valor de conductividad al adobe convencional.

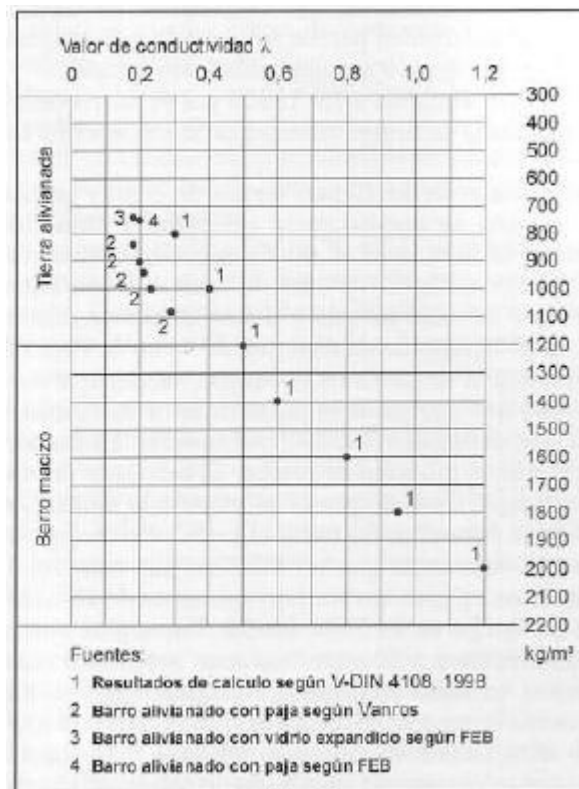


Figura 11. Conductividad térmica del adobe

La figura 11 refleja el coeficiente de conductividad térmica del adobe, el mismo que presenta un valor de conductividad térmica de 0.8 w/mk (Gernot M., 2005), este mismo valor fue encontrado por (Mamani y Moran, 2021), respaldando este estudio también en la teórica de investigación de (Holguino et al., 2018).

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

Involucra elaborar minuciosamente y detalladamente el plan que constituirán los procedimientos que direccionen a la compilación de información respecto a los atributos, conceptos o variables que forman parte del muestreo a fin de dar cumplimiento a un objetivo determinado (Hernández, 2014). Para este caso, será la medición.

Sánchez, Reyes & Mejía (2018) indican que esta sirve para elegir el recurso a consultar en la consulta. Consiguieron ser seguidos o evitados. Lo inmediato es perceptivo y reflexivo; la evitación son encuestas, rangos, relaciones y pruebas." La técnica utilizada fue la observación y los instrumentos son los protocolos (ensayos) que se encuentran en Manual de Ensayos de Materiales establecidos.

Sánchez, Reyes & Mejía (2018), “El utensilio viene a ser el instrumento que grafía porción de una habilidad de cogida de filiaciones. Consigue suministrar como una pauta, un apacible, una ostentación, una cata, un sondeo o un test.” El instrumento es un acuerdo y un formato estándar, en referencia a ASTM (Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales), la resistencia a la compresión es la norma ASTM C-39 y la norma ASTM C-293, que será certificada por un laboratorio con equipo debidamente calibrado que podrá ser utilizado en condiciones ideales y por un profesional colegiado. Se dio uso a la observación en tanto duraba toda la investigación en la visita y realización de pruebas y al momento de cotejar y tener datos y respuestas de la investigación. Primeramente, se investigó respecto a los antecedentes; en este sentido, se compiló información necesaria, determinando así los datos que se obtengan del ensayo de laboratorio, a través de Microsoft Excel.

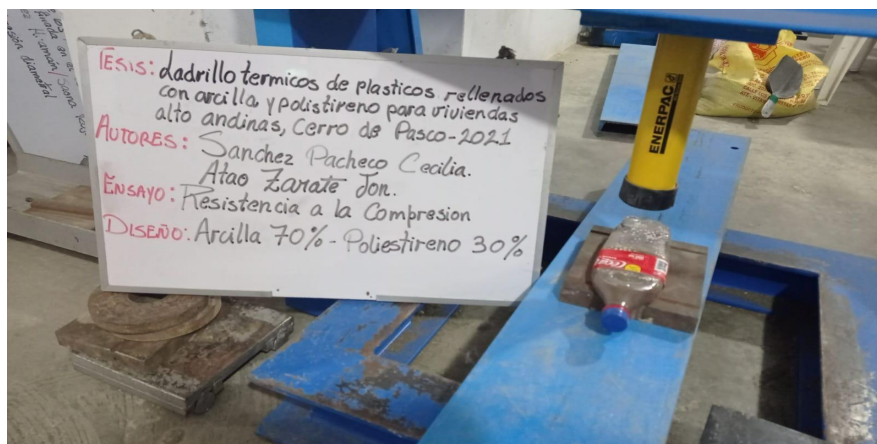


Figura 12.

Ensayo de laboratorio.

## Instrumento

Informes de observación para la recolección de datos de todos los ensayos. Se muestran los diversos informes de observación de recopilación de datos de los agregados en el laboratorio.



Figura 13. Ensayo de laboratorio

### 3.5. Procedimientos

Se utilizó la muestra de arcillas de las zonas Alto andinas-cerro de Pasco. una vez obtenidos los agregados, realizamos el zarandeo de la arcilla con malla tipo gallinero, así como refiere la figura 14 y figura 15.



Figura 14. Obtención de arcilla.



Figura 15. Zarandeo de arcilla.

Luego de realizar el zarandeo de la arcilla, se procedió a llenar las botellas conjuntamente con el poliestireno según sus porcentajes (10%-20%-30%) respectivamente, para luego transportar al laboratorio y realizar ensayos a compresión, ver figura 16 y 17.



Figura 16. Ladrillos PET llenados de poliestireno



Figura 17. Prueba a compresión en laboratorio

Luego de realizar el zarandeo de la arcilla y el llenado de las botellas se procedió a elaborar los muretes y pilas con unidades de albañilería (PET), para luego transportar al laboratorio y realizar ensayos a compresión diagonal en muretes y ensayo a la compresión en pilas de albañilería.



Figura 18. Preparación de murete de ladrillos de botella

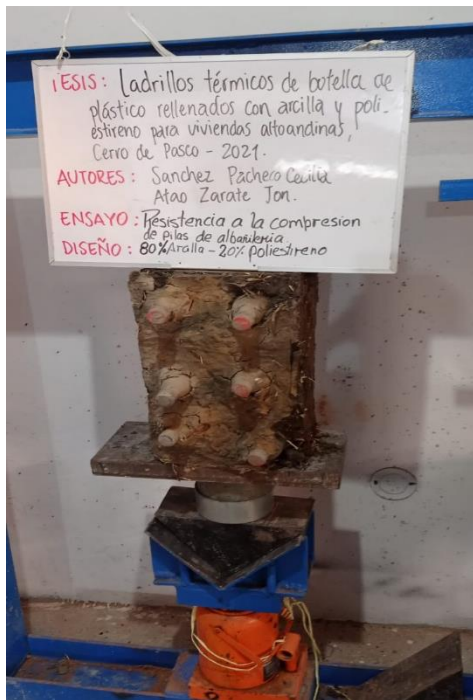


Figura 20. Prueba a compresión de diagonal en pilas

Figura 19. Murete de ladrillos de botella



Figura 21. Prueba a compresión en muretes

Se realizó la observación como medio para recolección de datos y respecto a los instrumentos de uso fueron los protocolos (ensayos) conforme lo indica y establece el Manual de Ensayos de Materiales establecidos por el MTC.

#### a. Muestreo de la arcilla

SE CONSIDERAN LAS REFERENCIAS DE LA: NTP 400.010 – MTC E 201 – 2000 – ASTM D 75 el muestreo, así como el ensayo son de suma importancia, se debe siempre tener la precaución de obtener las muestras que revelan la naturaleza y las condiciones del material a los cuales representan. Los equipos utilizados se detallan en la tabla 6.



Tabla 6. Equipos utilizados

EQUIPOS UTILIZADOS PARA EXTRAER LA MUESTRA DE ARCILLA
PALA
LAMPA
COSTAL
MALLA PARA TAMIZAR LA ARCILLA

Fuente: Elaboración propia.

La muestra de arcilla una vez adquirida de cerro de Pasco, realizamos el respectivo tamizado, para poder llenar en la botella conjuntamente con poliestireno (10%-20%-30%). Para luego llevar al laboratorio de INGEOCONTROL SAC. Y poder realizar los ensayos correspondientes.

b. Resistencia a la compresión de los ladrillos (PET).

Para la obtención de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos (PET). Se llevó al laboratorio de INGEOCONTROL SAC. Un laboratorio reconocido con INACAL Y sus equipos calibrados, utilizando el equipo: Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C496/C496M-17.

Tabla 7. Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio.

NORMA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<b>NTP 399.613 Norma E 070</b>	Compresión de unidad de albañilería	Máquina de compresión
<b>NTP 399.605. Norma E070</b>	Compresión de pilas de albañilería	Máquina de compresión
<b>NTP 399.621. Norma E070</b>	Compresión de muretes de albañilería	Máquina de compresión

Fuente: Elaboración propia.

c. Resistencia a la compresión de pilas de albañilería

A fin de obtener los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería. Se llevó al laboratorio de INGEOCONTROL SAC. Un laboratorio reconocido con INACAL Y sus equipos calibrados, utilizando el equipo y/o método: ASTM C1314 Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms, NTP399.605. Método de Ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería, ver tabla 8.

Tabla 8. Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio.

<b>NORMA</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>NTP 399.605. Norma E070</b>	Compresión de pilas de albañilería	Máquina de compresión

Fuente: Elaboración propia

d. Resistencia a la compresión diagonal de muretes

Para la obtención de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de diagonal de muretes. Se llevó al laboratorio de INGEOCONTROL SAC. Un laboratorio reconocido con INACAL Y sus equipos calibrados, utilizando el equipo y/o método: ASTM E519 Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages, NTP399.621. Método de Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de Albañilería, según muestra la tabla 9.

Tabla 9. Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio.

<b>NORMA</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>NTP 399.621. Norma E070</b>	Compresión de muretes de albañilería	Máquina de compresión

Fuente: Elaboración propia.

d. Ensayo de conductividad y resistencia térmica

Para la obtención de los resultados del ensayo conductividad y resistencia térmica. Se llevó al laboratorio de GEOTEKNIK Un laboratorio reconocido con INACAL Y sus equipos calibrados, utilizando el equipo y/o método: ASTM. D5334-14 Standard Test Method for Determination of Thermal Conductivity of Soil and Soft Rock, IEEE

442-2017 - IEEE Guide for Thermal Resistivity Measurements of Soils and Backfill Materials.

Tabla 10. Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio.

<b>NORMA</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>ASTM. D5334-14</b>	Determinación de conductividad térmica	Thermal conductivity values (medidor de conductividad térmica)
<b>IEEE 442-2017</b>	Determinación de resistividad térmica	Thermal conductivity values (medidor de conductividad térmica)

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. Método de análisis de datos

Cuantitativo y de descripción analítica, a partir de la perspectiva del tipo de experimento, los análisis respecto a las variables se obtendrán en el proceso de esta investigación seguirá la siguiente ruta de análisis de datos: Luego de obtener los datos de la prueba de laboratorio, estos serán sometidos a análisis e interpretación para luego procesarlos en Microsoft Excel y SPSS (Villavicencio, 2017).

### 3.7. Aspectos Éticos

Durante el procedimiento de nuestra investigación, "Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021", hemos considerado los siguientes factores éticos:

- ✓ Respetar las pautas y procedimientos propugnados por la universidad César Vallejo, que nos permitirán dotar de validez y credibilidad a nuestra investigación.
- ✓ La presente investigación contiene sinceridad, compromiso y actitud firme respecto a la información.

- ✓ Toda la tesis, en su contenido posee las citas que corresponde a los autores citados en las diferentes fuentes de información, siendo todos ellos referenciados en la parte bibliográfica del presente estudio.

#### IV. RESULTADOS

Al realizar la Investigación se han obtenido los siguientes resultados, cuya finalidad es cumplir con los objetivos planteados, las mismas que se detallan a continuación:

##### Datos generales

La población de estudio estuvo conformada por 79 ladrillos PET, y la muestra también 79 ladrillos PET de Arcilla y poliestireno (10%-20%-30%) expandido, ver tabla 11.

*Tabla 11. Distribución de ladrillos con sustitución de perlas de perlas de poliestireno expandido.*

Nº DE PROBETAS PARA ENSAYO	PORCENTAJES (%)	
	Arcilla% (c)	Poliestireno% (p)
03 ladrillos a compresión por unidad.	90	10
03 ladrillos a compresión por unidad.	80	20
03 ladrillos a compresión por unidad.	70	30
06 ladrillos a ensayo por pila	90	10
06 ladrillos a ensayo por pila	80	20
06 ladrillos a ensayo por pila	70	30
16 ladrillos a ensayo para muretes	90	10
16 ladrillos a ensayo para muretes	80	20
16 ladrillos a ensayo para muretes	70	30
02 ladrillos para ensayo de conductividad térmica	90	10
02 ladrillos para ensayo de conductividad térmica	70	30
<b>TOTAL : 79 PROBETAS</b>		

Fuente. Elaboración propia.

### **Resultados del ensayo de resistencia a compresión de unidad de albañilería.**

Al realizar los ensayos de resistencia de compresión de unidades de albañilería, que se realizó en el laboratorio de INGEOCONTROL SAC. Un laboratorio reconocido por INACAL y sus equipos calibrados, utilizando el equipo: Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C496/C496M-17.

Así mismo realizando 3 ensayos de compresión, por cada proporción. Arcilla 90%, Poliestireno 10%- Arcilla 80%, Poliestireno 20%- Arcilla 70%, Poliestireno 30%.

### **Resultados del ensayo de resistencia a compresión *Arcilla 90%- Poliestireno 10%*.**

Al realizar los ensayos de resistencia de compresión de los ladrillos de unidades de albañilería, de la proporción de 90% de arcilla y poliestireno 10%. se realizaron 3 ensayos, obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 90%- poliestireno 10% expandido.

PRUEBAS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO DE LADRILLOS TÉRMICOS 90% ARCILLA-10%POLIESTIRENO.	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.
P- 01 ARCILLA 90%- POLIESTIRENO 10%.	108 kg/cm <sup>2</sup>
P- 02 ARCILLA 90%- POLIESTIRENO 10%.	101.5 kg/cm <sup>2</sup>
P- 03 ARCILLA 90%- POLIESTIRENO 10%.	103.9 kg/cm <sup>2</sup>
PROMEDIO	104.4666667 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente. Elaboración propia.

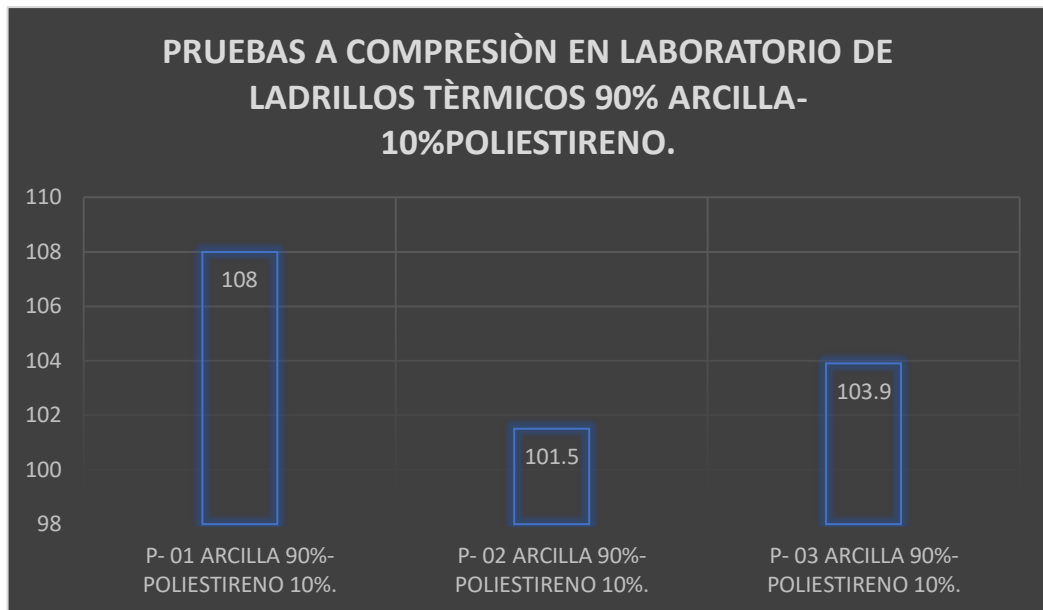


Figura 22. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 90%- poliestireno 10% expandido.

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 12 y figura 22, se muestran los resultados de compresión de la unidad de albañilería, arcilla 90%, poliestireno 10%. obteniendo por resultados los siguientes valores: Muestra P-01:108kg/cm<sup>2</sup>, Muestra P-02:101.5 kg/cm<sup>2</sup>, muestra P-03: 103.9 kg/cm<sup>2</sup>.

**Resultados del ensayo de resistencia a compresión *arcilla 80%- poliestireno 20%*.**

Al realizar los ensayos de resistencia de compresión de los ladrillos de unidades de albañilería, de la proporción de 80% de arcilla y poliestireno 20%. se realizaron 3 ensayos, obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 80%- poliestireno 20% expandido.

PRUEBAS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO DE LADRILLOS TÈRMICOS 80% ARCILLA-20%POLIESTIRENO.	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.
P- 01 ARCILLA 80%- POLIESTIRENO 20%.	98.3 kg/cm <sup>2</sup>
P- 02 ARCILLA 80%- POLIESTIRENO 20%.	99.1 kg/cm <sup>2</sup>
P- 03 ARCILLA 80%- POLIESTIRENO 20%.	98.4 kg/cm <sup>2</sup>
PROMEDIO	98.6 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente. Elaboración propia.

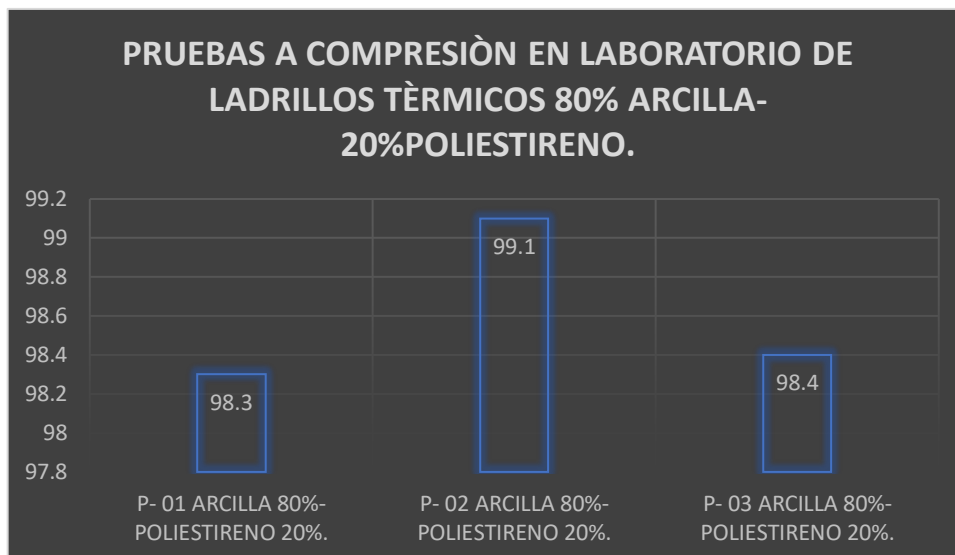


Figura 23. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 80%- poliestireno 20% expandido. Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 13 y figura 23, se muestran los resultados de compresión de la unidad de albañilería, Arcilla 80%, Poliestireno 20%. obteniendo por resultados los siguientes valores: Muestra P-01:98.3 kg/cm<sup>2</sup>, Muestra P-02: 99.1 kg/cm<sup>2</sup>, Muestra P-03: 98.4 kg/cm<sup>2</sup>.



## Resultados del ensayo de resistencia a compresión *arcilla 70%- poliestireno 30%*.

Al realizar los ensayos de resistencia de compresión de los ladrillos de unidades de albañilería, de la proporción de 70% de arcilla y poliestireno 30%. se realizaron 3 ensayos, obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 70%- poliestireno 30% expandido.

PRUEBAS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO DE LADRILLOS TÈRMICOS 70% ARCILLA-30%POLIESTIRENO.	TRACCIÓN POR COMPRESIÒN DIAMETRAL
P- 01 ARCILLA 70%- POLIESTIRENO 30%.	87.7 kg/cm <sup>2</sup>
P- 02 ARCILLA 70%- POLIESTIRENO 30%.	89.6 kg/cm <sup>2</sup>
P- 03 ARCILLA 70%- POLIESTIRENO 30%.	85.6 kg/cm <sup>2</sup>
PROMEDIO	87.63333333 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente. Elaboración propia.

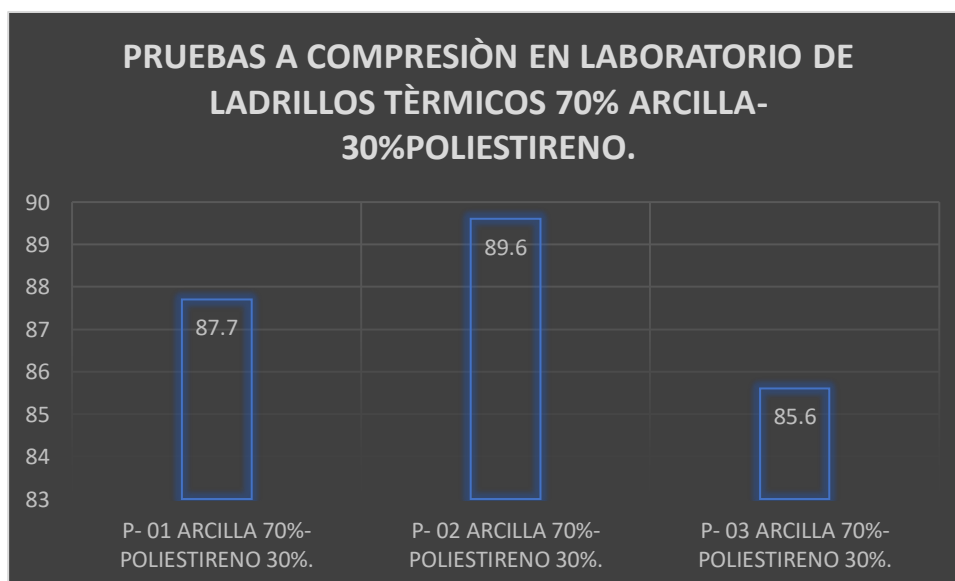


Figura 24. Resultado de evaluación de ladrillos térmicos arcilla 70%- poliestireno 30% expandido.

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 14 y figura 24, se muestran los resultados de compresión de la unidad de albañilería, arcilla 70%, poliestireno 30%. obteniendo por resultados los siguientes valores: Muestra P-01: 87.7 kg/cm<sup>2</sup>, Muestra P-02:89.6 kg/cm<sup>2</sup>, muestra P-03: 85.6 kg/cm<sup>2</sup>.

## Resultados del ensayo de resistencia a compresión ladrillo de adobe – ladrillo patrón.

Al realizar los ensayos de resistencia de compresión del ladrillo de adobe de unidades de albañilería, se realizaron 5 ensayos, obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Resultados de método de evaluación de ladrillo patrón

ANÁLISIS DE COMPRESIÓN EN LABORATORIO DE LADRILLO DE ADOBE	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN
P-01	23.6 kg/cm <sup>2</sup>
P-02	23.2 kg/cm <sup>2</sup>
P-03	23.4 kg/cm <sup>2</sup>
P-04	25.6 kg/cm <sup>2</sup>
P-05	22.3 kg/cm <sup>2</sup>
PROMEDIO	23.62 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente. Elaboración propia.

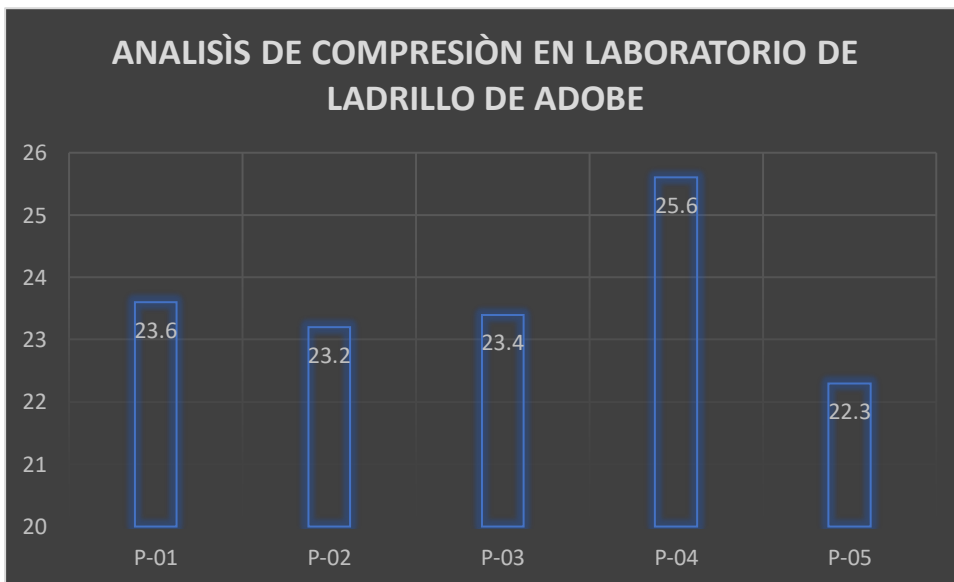


Figura 25. Resultado de análisis de compresión en laboratorio de ladrillo de adobe.  
Fuente. Elaboración propia

En la tabla 14 y figura 25, se muestran los resultados de compresión de la unidad de albañilería del ladrillo de adobe. obteniendo por resultados los siguientes valores: Muestra P-01: 23.6 kg/cm<sup>2</sup>, Muestra P-02: 23.2 kg/cm<sup>2</sup>, Muestra P-03: 23.4 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra P-04: 25.6 kg/cm<sup>2</sup>, Muestra P-05:22.3 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Comparación de promedios de los resultados obtenidos del laboratorio.**

Al realizar los ensayos de resistencia de compresión de los ladrillos de unidades de albañilería, de la proporción de 90% de arcilla, poliestireno 10% - arcilla 80%, poliestireno 20%- arcilla 70%, poliestireno 30% y el ladrillo de adobe (ladrillo patrón). Se realizaron un promedio de los valores obtenidos del ensayo, obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Comparación de los resultados de laboratorio promedios

COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL LABORATORIO.	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.
P- 01 ARCILLA 90%- POLIESTIRENO 10%.	104.4 kg/cm <sup>2</sup>
P- 02 ARCILLA 80%- POLIESTIRENO 20%.	98.6 kg/cm <sup>2</sup>
P- 03 ARCILLA 70%- POLIESTIRENO 30%.	87.6 kg/cm <sup>2</sup>
P- 04 LADRILLO PATRÓN-(ADOBE).	23.62 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente. Elaboración propia.

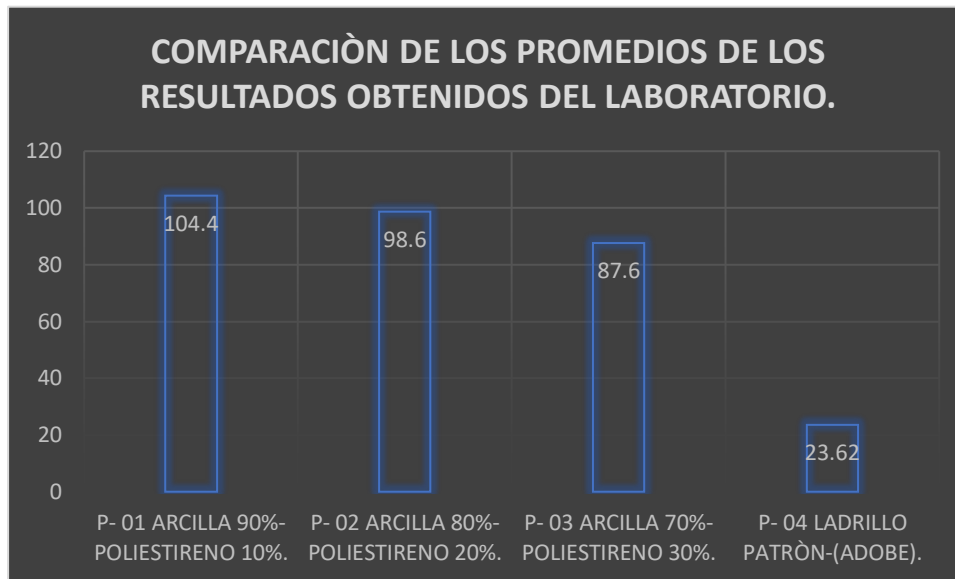


Figura 26. Comparación de los resultados de laboratorio promedios  
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16 y figura 26, se muestran los resultados de compresión de los promedios de los ladrillos térmicos, de los resultados obtenidos del laboratorio, de la unidad de albañilería, arcilla 90%, poliestireno 10%. - arcilla 80%, poliestireno 20%- arcilla 70%, poliestireno 30% y ladrillo de adobe obteniendo por resultados los siguientes valores: Muestra P-01: 104.4 kg/cm<sup>2</sup>, Muestra P-02: 98.6 kg/cm<sup>2</sup>, Muestra P-03: 87.6 kg/cm<sup>2</sup>. Muestra P-04: 23.62 kg/cm<sup>2</sup>,

### **Ensayo de medición de conductividad térmica.**

Al realizar los ensayos de conductividad térmica de los ladrillos de unidades de albañilería, de la proporción de 90% de arcilla, poliestireno 10% y arcilla 70%, poliestireno 30 % se realizaron 4 ensayos, 2 ensayos de cada proporción. obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Resultados de ensayo de medición de conductividad térmica.

ENSAYO DE MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA-(K).	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (K)	RESISTENCIA TÉRMICA (R).
P- 01 ARCILLA 70%- POLIESTIRENO 30%.	0.1983	5.0417
P- 02 ARCILLA 70%- POLIESTIRENO 30%.	0.1833	5.4534
P- 01 ARCILLA 90%- POLIESTIRENO 10%.	0.1794	5.5721
P- 02 ARCILLA 90%- POLIESTIRENO 10%.	0.2295	4.3569

Fuente. Elaboración propia.

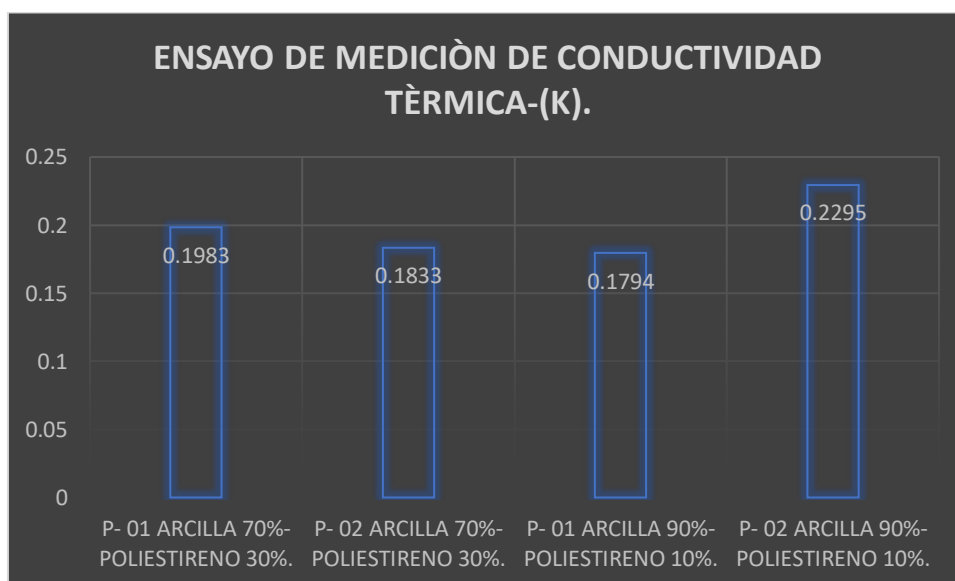


Figura 27. Resultados de ensayo de medición de conductividad térmica.

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 17 y figura 27, se muestran los resultados de los ensayos de conductividad térmica de la unidad de albañilería, arcilla 90%, poliestireno 10%. y arcilla 70%, poliestireno 30%. obteniendo por resultados los siguientes valores: Muestra P-01: 0.1983 K, Muestra P-02: 0.1833 K, Muestra P-03: 0.1794 K. Muestra P-04: 0.2295 K.

Tabla 18. Resultados de ensayo de medición de conductividad térmica.

ENSAYO DE MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD RESISTENCIA TÈRMICA	RESISTENCIA TÈRMICA (R).
P- 01 ARCILLA 70%- POLIESTIRENO 30%.	5.0417
P- 02 ARCILLA 70%- POLIESTIRENO 30%.	5.4534
P- 01 ARCILLA 90%- POLIESTIRENO 10%.	5.5721
P- 02 ARCILLA 90%- POLIESTIRENO 10%.	4.3569

Fuente. Elaboración propia.

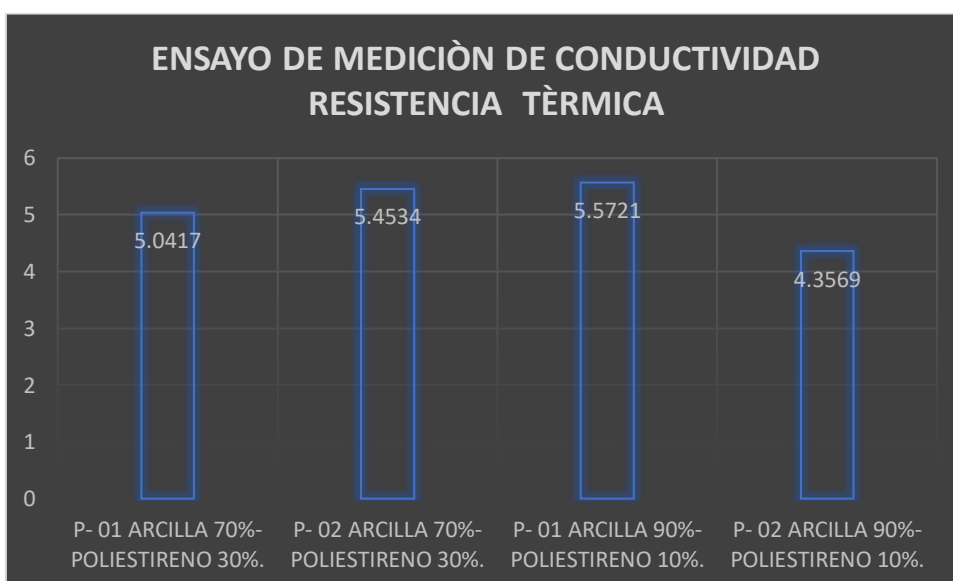


Figura 28. Resultados de ensayo de medición de conductividad resistencia térmica.

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 18 y figura 28, se muestran los resultados Los ensayos de resistencia térmica de unidad de albañilería, arcilla 90%, poliestireno 10%- arcilla 70%, poliestireno 30%. obteniendo por resultados los siguientes valores: Muestra P-01: 5.0417 R, Muestra P-02: 5.4534 R, Muestra P-03: 5.5721 R. Muestra P-04: 4.3569 R.

### Resistencia a la compresión diagonal en muretes.

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión diagonal en muretes, de las siguientes proporciones Muro con 90% de arcilla, poliestireno 10% - Muro con 80% arcilla, 20%, poliestireno – Muro con 70 % de arcilla, 30% poliestireno. Se realizaron

3 ensayos de muretes. obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Resultados de la resistencia a la compresión diagonal en muretes.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES	ESFUERZO F'm
Muro con 90% ARCILLA- 10% POLIESTIRENO.	3.1 kg/cm <sup>2</sup>
Muro con 80% ARCILLA- 20% POLIESTIRENO.	2.7 kg/cm <sup>2</sup>
Muro con 70% ARCILLA- 30% POLIESTIRENO.	2.3 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente. Elaboración propia.

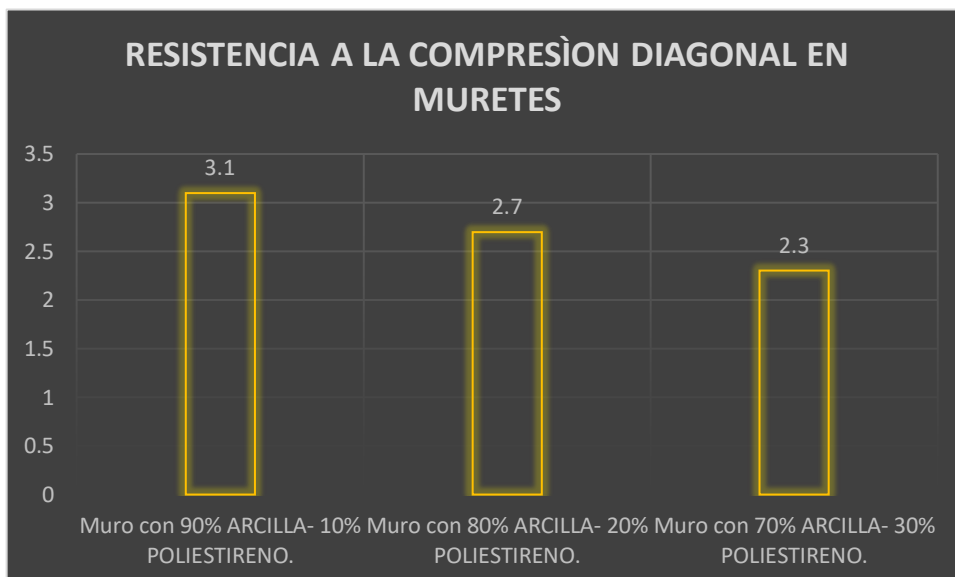


Figura 29. Resultados resistencia a la compresión diagonal en muretes.

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 19 y figura 29, se muestran los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión diagonal en muretes, obteniendo por resultados los siguientes valores: Muro con 90% arcilla- 10% poliestireno: 3.1 kg/cm<sup>2</sup>, muro con 80% arcilla- 20% poliestireno: 2.7 kg/cm<sup>2</sup>, muro con 70% arcilla- 30% poliestireno: 2.3 kg/cm<sup>2</sup>.

## Resultado de la resistencia a la compresión en muretes de adobe – ladrillo patrón

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión diagonal en el murete de adobe convencional se obtuvo el resultado que se presenta en la tabla 20.

Tabla 20. Resistencia a la compresión diagonal

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE-LADRILLO PATRÓN	ESFUERZO Vm
Muro de adobe convencional- ladrillo patrón	0.114 kg/cm <sup>2</sup>

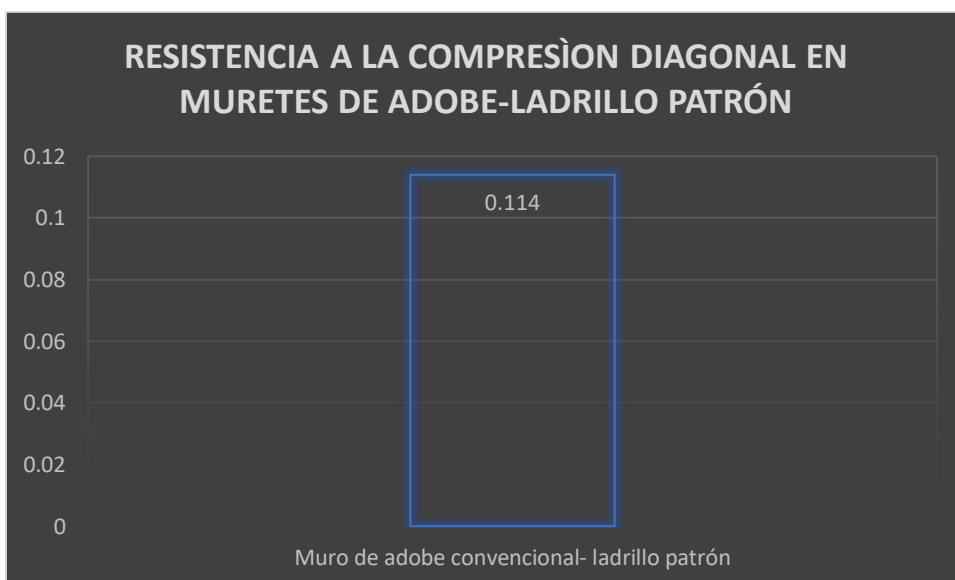


Figura 30 Resistencia a compresión diagonal en muretes ladrillo de adobe- ladrillo patrón.

## Resistencia a la compresión pilas de albañilería.

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión pilas de albañilería, de las siguientes proporciones: Muro con 90% de arcilla, poliestireno 10% - Muro con 80% arcilla, 20%, poliestireno – Muro con 70 % de arcilla, 30% poliestireno. obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla 21.



Tabla 21. Resistencia a la compresión de pilas de albañilería.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA	ESFUERZO F'm
Muro con 90% ARCILLA- 10% POLIESTIRENO.	18 kg/cm <sup>2</sup>
Muro con 80% ARCILLA- 20% POLIESTIRENO.	15 kg/cm <sup>2</sup>
Muro con 70% ARCILLA- 30% POLIESTIRENO.	12 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente. Elaboración propia.

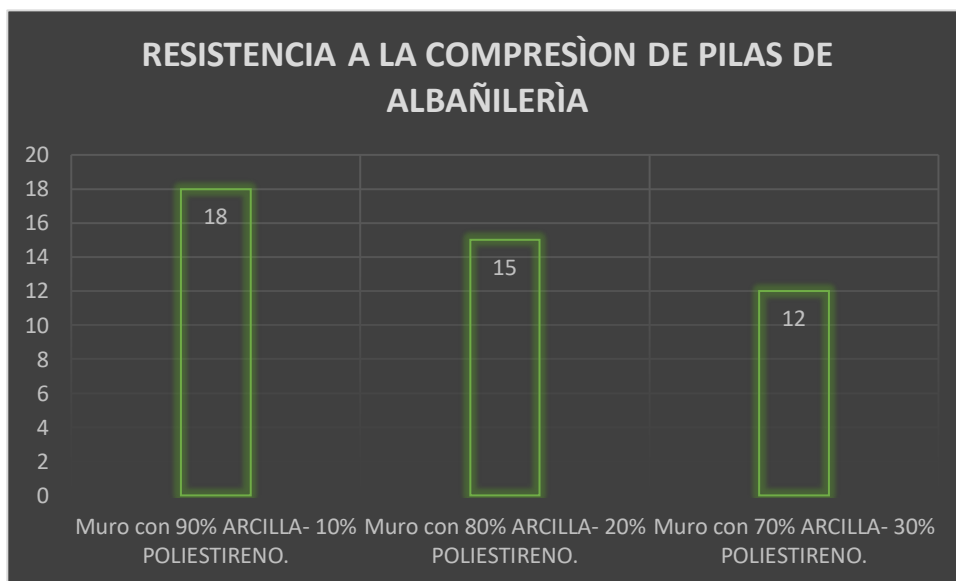


Figura 31. Resultados de resistencia a la compresión de pilas de albañilería.

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 21 y figura 31, se muestran los resultados de resistencia a la compresión de pilas de albañilería, obteniendo por resultados los siguientes valores: Muro con 90% arcilla- 10% poliestireno: 18 kg/cm<sup>2</sup>, muro con 80% arcilla- 20% poliestireno: 15 kg/cm<sup>2</sup>, muro con 70% arcilla- 30% poliestireno: 12 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Resistencia a la compresión de pilas de albañilería de adobe**

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión en pilas de adobe convencional se obtuvo el resultado que se presenta en la tabla 22.

Tabla 22. Resistencia a la compresión de pilas

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE	ESFUERZO F'm
Muro de adobe convencional-ladrillo patrón	9

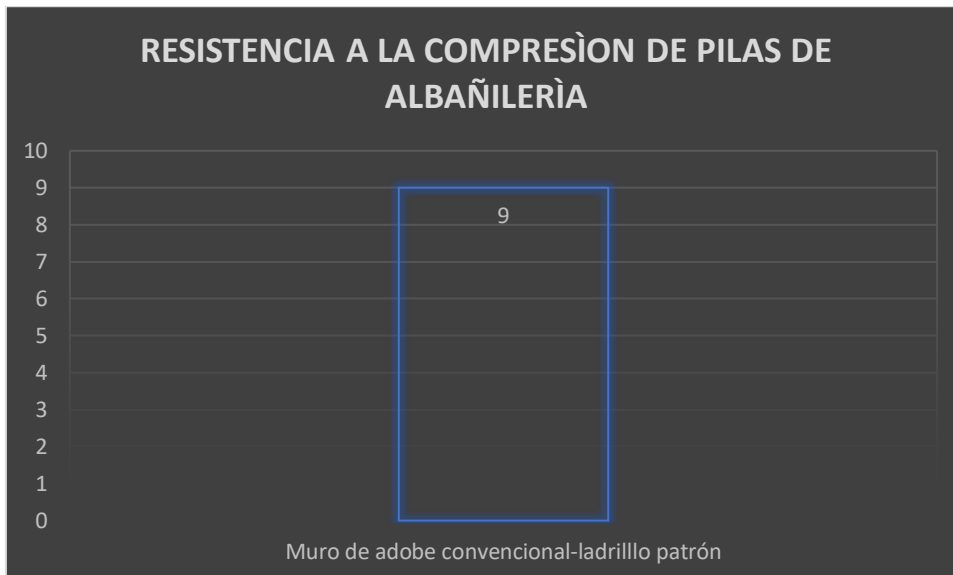


Figura 32. Resistencia a la compresión de pilas de albañilería- ladrillo patrón.

### Prueba de hipótesis

Para el caso específico del presente estudio se procedió a hacer el análisis multivariante de la varianza denominada ANOVA, la misma que es empleada para fines de identificar los casos de cambios de variables al sufrir alguna manipulación.

Previo a ello, se procedió a realizar la prueba de normalidad de los datos. Considerando que se trata de una muestra menor a 50 unidades, se dio uso a la prueba estadística Shapiro-Wilk, encontrando que los datos poseen distribución normal tal como lo muestra la tabla 23.

Tabla 23. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pilas 90% -10%	1.000	3	1.000
Pilas 80% -20%	1.000	3	1.000
Pilas 70% -30%	1.000	3	1.000
Patrón_pilas	1.000	3	1.000
Arcilla 90%- poliestireno 10%.	.978	3	.714
Arcilla 80%- poliestireno 20%.	.842	3	.220
Arcilla 70%- poliestireno 30%.	.999	3	.945
Patrón_arcilla	1.000	3	1.000
Muro 90% -10%	1.000	3	1.000
Muro 80% -20%	1.000	3	1.000
Muro 70% -30%	1.000	3	1.000
Patrón_muro	1.000	3	1.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Por otro lado, considerando que se cuenta con distribución normal en cada uno de los grupos y a su vez estos son independientes, se procedió a realizar la prueba de Anova a fin de descubrir si existe diferencia significativa entre los grupos independientes

De la hipótesis general: La aplicación de ladrillos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno mantiene aislamiento térmico.

H.E 1: La botella de plástico relleno con arcilla y poliestireno son resistentes a la compresión.

A fin de conocer la resistencia a la compresión, se consideró: tracción por compresión diametral, resistencia a la compresión diagonal en muretes y resistencia a compresión de pilas de albañilería.

La tabla 24 muestra los promedios de las pruebas de botella de plástico relleno con arcilla y poliestireno, tal como se evidencia, los valores de la media que corresponde al ladrillo patrón es menor a comparación de las botellas de plástico rellenas con arcilla y poliestireno.

Tabla 24. Información descriptiva tracción a compresión diametral

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
	3,0	1	103.900				103.9	103.9
Arcilla 90%- poliestireno 10%.	3,1	1	108.000				108.0	108.0
	3,2	1	101.500				101.5	101.5
	Total	3	104.467	3.2868	1.8977	96.302	112.632	101.5
	3,0	1	98.400				98.4	98.4
Arcilla 80%- poliestireno 20%.	3,1	1	98.300				98.3	98.3
	3,2	1	99.100				99.1	99.1
	Total	3	98.600	.4359	.2517	97.517	99.683	98.3
	3,0	1	85.600				85.6	85.6
Arcilla 70%- poliestireno 30%.	3,1	1	87.700				87.7	87.7
	3,2	1	89.600				89.6	89.6
	Total	3	87.633	2.0008	1.1552	82.663	92.604	85.6
	3,0	1	23.4000				23.40	23.40
Ladrillo patrón- (adobe).	3,1	1	23.6000				23.60	23.60
	3,2	1	25.6000				25.60	25.60
	Total	3	24.2000	1.21655	.70238	21.177 9	27.2221	23.40

Asimismo, se encontró evidencia estadística de la existencia de variabilidad significativa entre las muestras independientes con un p valor menor a 0,05. Para el caso específico del presente estudio el p valor corresponde a 0,00 tal como se refleja en la tabla 25.

Tabla 25. Prueba de Anova de Arcilla 90%,80% y 70% y patrón

		Suma	de	
		cuadrados	Gl	Sig.
Arcilla 90%_Poliestireno10%	Entre grupos	21.607	2	,000
	Total	21.607	2	
Arcilla 80%_Poliestireno20%	Entre grupos	.380	2	,000
	Total	.380	2	
Arcilla 70%_Poliestireno30%	Entre grupos	8.007	2	,000
	Total	8.007	2	
Patrón	Entre grupos	2.960	2	,000
	Total	2.960	2	

En la tabla 26 se puede visualizar que la media que corresponde al muro 90% de arcilla y 10% de poliestireno presenta un valor mayor a comparación del muro patrón.

Tabla 26. Información descriptiva resistencia a compresión diagonal en muretes

		Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Muro 90% arcilla y 10% poliestireno	1	3.2					3.2	3.2
	1	3					3	3
	1	3.1					3.1	3.1
	3	3.1	0.1	0.0577	2.852	3.348	3	3.2
Muro 80% arcilla y 20% poliestireno	1	2.6					2.6	2.6
	1	2.8					2.8	2.8
	1	2.7					2.7	2.7
	3	2.7	0.1	0.0577	2.452	2.948	2.6	2.8
	1	2.4					2.4	2.4

Muro 70% arcilla y 30% poliestireno	1	2.5					2.5	2.5
	1	2.3					2.3	2.3
	3	2.4	0.1	0.0577	2.152	2.648	2.3	2.5
	1	0.113					0.113	0.113
Patrón_muro	1	0.115					0.115	0.115
	1	0.114					0.114	0.114
	3	0.114	0.001	0.000577	0.11152	0.11648	0.113	0.115

Asimismo, a fin de comprobar la hipótesis de estudio, se realizó el análisis de varianza ANOVA, encontrando que existe variabilidad altamente significativa; por lo tanto, se a partir de los datos descriptivos y el respaldo de la prueba de ANOVA se acepta la hipótesis de estudio, tal como lo muestra la tabla 27.

Tabla 27. Prueba ANOVA muro y patrón

		Suma de		
		cuadrados	GI	Sig.
Muro 90% arcilla y 10% poliestireno	Entre grupos	.020	2	,000
	Total	.020	2	
Muro 80% arcilla y 20% poliestireno	Entre grupos	.020	2	,000
	Total	.020	2	
Muro 70% arcilla y 30% poliestireno	Entre grupos	.020	2	,002
	Total	.020	2	
Patrón_muro	Entre grupos	.000	2	,002
	Total	.000	2	

La resistencia a compresión de pilas de albañilería tiene mayor incidencia en la compuesta por 90% de arcilla y 10% de poliestireno, siendo estos valores mayores al patrón pilas, tal como se muestra en la tabla 28.

Tabla 28. Información descriptiva resistencia a compresión de pilas de albañilería

	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	
				Límite inferior	Límite superior			
Muro 90% arcilla y 10% poliestireno	1	19.000				19.0	19.0	
	1	18.000				18.0	18.0	
	1	17.000				17.0	17.0	
	3	18.000	1	0.5774	15.516	20.484	17.0	19.0
Muro 80% arcilla y 20% poliestireno	1	16.000				16.0	16.0	
	1	15.000				15.0	15.0	
	1	14.000				14.0	14.0	
	3	15.000	1	0.5774	12.516	17.484	14.0	16.0
Muro 70% arcilla y 30% poliestireno	1	13.000				13.0	13.0	
	1	12.000				12.0	12.0	
	1	11.000				11.0	11.0	
	3	12.000	1	0.5774	9.516	14.484	11.0	13.0
	1	8.000				8.0	8.0	
Patrón_pilas	1	9.000				9.0	9.0	
	1	10.000				10.0	10.0	
	3	9.000	1	0.5774	6.516	11.484	8.0	10.0

La prueba de hipótesis de específica 1 confirma una vez que existe variabilidad entre el muro 90% de arcilla y 10% de poliestireno. a comparación del patrón con un nivel de significancia menor a 0,05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna. Ver tabla 29.

Tabla 29. Prueba de ANOVA muro y patrón

				Suma de cuadrados	de GI	Sig.
Muro 90% arcilla y 10% poliestireno	Entre grupos			2.000	2	,001
	Total			2.000	2	
Muro 80% arcilla y 20% poliestireno	Entre grupos			2.000	2	,000
	Total			2.000	2	

Muro 70% arcilla y 30% poliestireno	Entre grupos	2.000	2	,000
	Total	2.000	2	
Patrón_pilas	Entre grupos	2.000	2	,000
	Total	2.000	2	

De los resultados mostrados, se acepta la hipótesis de investigación afirmando que existe evidencia empírica que la botella de plástico relleno con arcilla y poliestireno son resistentes a la compresión.

Hipótesis específica 2: La botella de plástico relleno con arcilla 90% y poliestireno 10% influye presenta mayor aislamiento térmico respecto al patrón.

Según se muestra en la tabla 30, el valor de la media de la botella de plástico relleno con arcilla 90% y poliestireno 10% es menor a los valores que corresponden a la muestra patrón. Y considerando que la conductividad térmica debe ser mayor a fin de obtener mayor aislamiento térmico, se afirma que es la muestra patrón quien posee mejor conductividad térmica.

Tabla 30. Información descriptiva de plástico relleno con arcilla 90% y poliestireno 10%

		95% del intervalo de confianza para la media							
		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Arcilla 90% y poliestireno 10%		1	.179400					.1794	.1794
		1	.229500					.2295	.2295
	Total	2	.204450	.0354260	.0250500	-.113840	.522740	.1794	.2295
Patrón		1	.800					.8	.8
	Total	2	.800	0.0000	0.0000	.800	.800	.8	.8



La tabla 31 demuestra que existe diferencia significativa con un p valor de ,000 entre la botella de plástico rellena con arcilla 90% y poliestireno 10% y la muestra patrón respecto al aislamiento térmico; por lo tanto, se acepta la hipótesis de estudio y se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 31. Prueba ANOVA de Arcilla 90% poliestireno 10% y patrón

		Suma de cuadrados	gl	Sig.
Arcilla 90% y poliestireno 10%	Entre grupos	.001	1	0.00
	Total	.001	1	
Patrón	Entre grupos	0.000	1	0.00
	Total	0.000	1	

Hipótesis específica 3: La botella de plástico rellena con arcilla 70% y poliestireno 30% presenta mayor aislamiento térmico respecto al patrón.

La tabla 32 refleja los promedios de la botella de plástico compuesta por 70% de arcilla y 30% de poliestireno, siendo este menor a la muestra patrón y considerando que a mayor conductividad existe menor aislamiento térmico, se afirma que la botella de plástico rellena con arcilla mantiene mayor aislamiento térmico respecto a la muestra patrón.

Tabla 32. Información descriptiva de plástico rellena con arcilla 90% y poliestireno 10%

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Arcilla70_30	,1794	1	.179400				.1794	.1794
	,2295	1	.229500				.2295	.2295

	Total	2	.204450	.0354260	.0250500	-.113840	.522740	.1794	.2295
Patrón	,1794	1	.800					.8	.8
	,2295	1	.800					.8	.8
Total	2	.800	0.0000	0.0000	.800	.800	.8	.8	.8

Además, a fin de contrastar la hipótesis, se realizó el análisis de varianza ANOVA, encontrando según los resultados que muestra la tabla 33 que existe variación entre las muestras independientes con un nivel de significancia de ,000; en este sentido, se acepta la hipótesis de estudio confirmando que la botella de plástico con arcilla 70% y poliestireno 30% presenta mayor aislamiento térmico respecto al patrón.

Tabla 33. Prueba ANOVA de patrón y arcilla 70% - 10%

DISCU		Suma de cuadrados	gl	Sig.
Patrón	Entre grupos	0.000	1	,000
	Total	0.000	1	
Arcilla 70%_Poliestireno30%	Entre grupos	.001	1	,001
	Total	.001	1	

## V. DISCUSIÓN

### DISCUSIÓN GENERAL.

Gonzales J. (2019), "Construcción con botellas de plástico: análisis de y mejora de elementos y sistemas constructivos estructurales", su objetivo principal es analizar y mejorar el comportamiento mecánico y estructural de los actuales elementos y sistemas constructivos que utilizan botellas de plástico como bloques o ladrillos, llegaron a una conclusión que las tierras arcillosas como la de tierra de campo tienen gran ventaja puesto que cuando llega a la rotura esta sigue trabajando lo cual garantiza una seguridad estructural para el muro lo cual concuerda con nuestro proyecto puesto que el ladrillo estudiado tiene mayor resistencia a la compresión, obteniendo como resultados los siguiente: 70% de arcilla y 30% de poliestireno resistencia 87.6 kg/cm<sup>2</sup>. Además de contener aislamiento térmico ya que su coeficiente es de 0.19 W/mk.

### DISCUSIÓN ESPECIFICA 01.

Huamán, Pintado, (2019), "Diseño de una vivienda con muros portantes de botellas plásticas (PET) recicladas en el A.H Micaela Bastidas IV etapa, Mz. B2 Lt. 28, distrito 26 de octubre, Piura-2018, planteó como objetivo realizar diseños de vivienda con muros portantes de botellas plásticas, obteniendo una resistencia de un esfuerzo máximo de 97.55 kg/ cm<sup>2</sup>, mientras que la segunda adquirió un esfuerzo máximo de 97.08 kg/cm<sup>2</sup> lo cual concuerda con nuestros ensayos de 80% de arcilla y 20% de poliestireno resistencia 98.6 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado nuestro ensayos a 90% de arcilla y 10% de poliestireno resistencia 104.4 kg/cm<sup>2</sup> y de y 70% de arcilla y 30% de poliestireno resistencia 87.6 kg/cm<sup>2</sup>.

### DISCUSIÓN ESPECIFICA 02.

Mamani y Moran (2021), "Evaluación del comportamiento térmico de un adobe con adición de diatomita para la construcción de viviendas en las zonas rurales del departamento de Ayacucho" tienen por objetivo evaluar el comportamiento térmico de bloques de adobe adicionando diatomita consiguiendo una disminución del 6% al 21% respecto al adobe convencional, lo cual no concuerda con nuestro estudio

que se realizó de una manera distinta ya que nosotros usamos perlas de poliestireno para lograr una reducción del 75% respecto al adobe convencional

### DISCUSIÓN ESPECIFICA 03.

Mamani y Moran (2021), "Evaluación del comportamiento térmico de un adobe con adición de diatomita para la construcción de viviendas en las zonas rurales del departamento de Ayacucho" tienen por objetivo evaluar el comportamiento térmico de bloques de adobe adicionando diatomita consiguiendo una disminución del 6% al 21% respecto al adobe convencional, lo cual no concuerda con nuestro estudio que se realizó de una manera distinta ya que nosotros usamos perlas de poliestireno para lograr a una reducción del 76.25% respecto al adobe convencional

## VI. CONCLUSIÓN

CG1: los ladrillos de botella de plástico rellenos con arcilla 70% y poliestireno 30% son aptos como alternativa para el aislamiento térmico y resistencia a la compresión, puesto que se pudo constatar que tiene baja conductividad térmica puesto que su coeficiente es de 0.19 W/mk a comparación del adobe convencional que tiene una alta conductividad térmica puesto que su coeficiente es de 0.8 W/mk además que el ladrillo de botella de plástico rellenos con arcilla 70% y poliestireno 30% tiene alta resistencia a compresión respecto de la resistencia a compresión del ladrillo patrón. obteniendo como resultados los siguiente: resistencia 87.6 kg/cm<sup>2</sup>, ladrillo patrón de adobe obteniendo como resultado: 23.62 kg/cm<sup>2</sup>.

CE1: la botella de plástico relleno con arcilla y poliestireno son resistentes a la compresión respecto al adobe convencional puesto que al realizar los ensayos a compresión a las diferentes proporciones se obtuvo los siguientes resultados: 90% de arcilla y 10% de poliestireno resistencia 104.4 kg/cm<sup>2</sup>. - 80% de arcilla y 20% de poliestireno resistencia 98.6 kg/cm<sup>2</sup> y 70% de arcilla y 30% de poliestireno resistencia 87.6 kg/cm<sup>2</sup>, que el ladrillo patrón de adobe obteniendo como resultado: 23.62 kg/cm<sup>2</sup>.

CE2: la botella de plástico rellenos con arcilla 90% y poliestireno 10% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional. Puesto que el su coeficiente de conductividad térmica es 0.20 W/mk y del adobe convencional es de 0.80 W/mk teniendo así una reducción del 75%.

CE3: la botella de plástico rellenos con arcilla 70% y poliestireno 30% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional. Puesto que el su coeficiente de conductividad térmica es 0.19 W/mk y del adobe convencional es de 0.80 W/mk teniendo así una reducción del 76.25%.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Según las conclusiones de esta investigación se recomienda la utilización de los ladrillos térmico, para las zonas altoandinas de nuestro país. la proporción de arcilla 70% y poliestireno 30% tienen mayor resistencia a la compresión que el ladrillo de adobe, además tienen aislamiento térmico.

Se recomienda a los estudiantes y profesionales dedicada a la investigación, realizar otras investigaciones, con otras proporciones menores y mayores a los ensayos que realizamos en este proyecto para su utilización, ya que nos ayuda a contribuir con el medio ambiente. Porque en la actualidad existen mucha contaminación de botellas (pet).

Se recomienda a las entidades públicas y privadas a su utilización de los ladrillos térmicos ya que tiene un costo bajo, en la construcción del mismo, así mismo van a contribuir con el medio ambiente y disminuir la contaminación.

## REFERENCIAS

ARGUELLO, Fabio y CASTELLANOS, Mario, "Prototipo de vivienda de bajos recursos con material reciclado (modelación SAP, caracterización de los materiales, animación virtual)" tesis (trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil). Bogotá: universidad católica de Colombia, 2015.

AGUIRRE RODRIGUEZ, Mauricio, 2016. "Diseño Y Construcción De Un Módulo De Vivienda Con Botellas Recicladas". tesis (optar el título de tecnólogo mecánico)- Pereira: universidad tecnológica de Pereira facultad de tecnologías escuela de tecnología mecánica- Colombia, (2016).

ALTAMIRANO PRINCIPE, José, et al., 2017. "Ladrillos ecológicos con material reciclado PET". tesis (para optar el Grado Académico de Bachiller en ingeniería industrial)-lima: universidad san Ignacio de Loyola- lima, (2017).

ASTM D2216. (2005). Standard test methods for the determination of water content Soil Laboratory.

ASTM D2216. (2005). Standard test methods for the determination of water content Soil Laboratory.

ASTM D422. (2005). Standard Test Method for Soil Particle Size Analysis.

ASTM D4318. (2005). Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

ASTMD5334-14, Thermal conductivity values (medidor de conductividad térmica.

COTRINA, Alex, et.al. "Comparación de la resistencia a la compresión de unidades de adobe sin paja con unidades de adobe con paja en cruz blanca - Cajamarca"- universidad privada del norte, lima, 2014.

ECHEVERRÍA, Evelyn, "Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado" tesis (optar el título profesional de ingeniero civil), Cajamarca: universidad nacional de Cajamarca, Perú, 2017.

FERMÍN, Jansen, et. al. "Prototipo de eco ladrillos para la construcción de viviendas ecológicas en zonas de escasos recursos económicos, villa maría del triunfo,2018"

tesis (título profesional de ingeniero industrial)- Lima: universidad cesar vallejo, 2018.

GAVIRIA, Susan y MARIN, Bayron "IMPORTACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LADRILLOS TÉRMICOS", informe final (trabajo para optar el grado de tecnólogo en comercio internacional)- Colombia: INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESUMER, 2016

GÓMEZ, Sergio. Metodología de la Investigación. México: Red Tercer Milenio, 2012. 88 pp.

ISBN: 9786077331490

GONZALES, Jonatán, "Construcción con botellas de plástico: análisis de y mejora de elementos y sistemas constructivos estructurales", tesis, (optar grado en fundamentos de la arquitectura), Madrid: universidad politécnica de Madrid, España, (2019).

HERNÁNDEZ, Sampieri, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6° edición. México: McGraw – HILL, 2014. 634 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HUAMAN, Wilder y PINTADO, Erickson, "Diseño de una vivienda con muros portantes de botellas plásticas (PET) recicladas en el A.H Micaela Bastidas iv etapa, Mz. B2 Lt. 28, distrito 26 de octubre, Piura-2018", tesis (título profesional de ingeniero civil)- Piura: universidad cesar vallejo, 2019

IEEE 442-2017, Thermal conductivity values (medidor de conductividad térmica)

LAPA, Jordy "Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo" tesis (título profesional de ingeniero civil)- Huancayo: universidad continental, 2020.

MAIZTEGUI, Belén, Techos de paja, fibras y hojas vegetales: ejemplos en proyectos de Latinoamérica, fecha de visita: 30/10/2021, <https://www.archdaily.pe/pe/942834/techos-de-paja-fibras-y-hojas-vegetales-ejemplos-en-proyectos-de-latinoamerica>



MAMANI, Anthony y MORAN, pedro, "Evaluación del comportamiento térmico de un adobe con adición de diatomita para la construcción de viviendas en las zonas rurales del departamento de Ayacucho", tesis (título profesional de ingeniero civil)-Lima: universidad peruana de ciencias aplicadas, 2021

ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, manual de construcción de edificaciones antisísmicas, 2010.

Ministerio del Ambiente. 2016-2024. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024. 2016-2024.

MINKE, Gernot. Manual de construcción en tierra. 2º edición. Uruguay: editorial fin de siglo, 2005. 222 pp. ISBN: 9974-49-347-1

Morales, R. L. ((1993)). Manual para la construcción de viviendas de adobe. Lima: UNI.

Norma E. 070 albañilería, 2008

Norma E. 080 diseño y construcción con tierra reforzada, 2017.

PERALTA, Carmen, "Análisis del comportamiento físico y mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021.", tesis (trabajo para optar el título de ingeniero civil)- lima: universidad cesar vallejo, 2021.

PNVR, D. N. (2010). Edificaciones antisísmicas de adobe. Lima, Perú. Recuperado en <http://www.vivienda.gob.pe/dnc>.

RAPIN, P y JACQUARD, P. instalaciones frigoríficas. 2º edición. España: MARCOMBO, s.a., 1997. 604 PP.

ISBN:84-267-1092-1

REVISTA iberoamericana de polímeros. España, 13(3). Julio de 2012.

ISSN-e: 0121-6651

REYES C. (2016), "EL PET COMO SISTEMA ALTERNATIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS EN LA VIVIENDA", tesis (grado de maestría en

diseño línea de investigación arquitectura bioclimática)- México: Universidad autónoma metropolitana, 2013.

Ruiz Valencia, D., López Pérez, C., Cortes, E., & Froese, A. (2012). Nuevas alternativas en la construcción: botellas PET con relleno de tierra. *Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural - Journal of Cultural Heritage Studies*, 25(2), 292-303.

SANCHEZ, Hugo. *Metodología y Diseño en la Investigación Científica*. Edit. Mantaro, Lima-Perú. 1998

SÁNCHEZ, Johan, "COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y MECÁNICO DEL POLI (ETILÉN TEREFTALATO) (PET)MODIFICADO CON RESINAS POLIMÉRICAS BASADAS EN BISFENOL-A" tesis (grado de doctor en ingeniería industrial)- Barcelona: universitat politècnica de Catalunya- Barcelona, (2003).

TORRES LUCIO, Darcy, et al., 2018. Módulo de vivienda con material reciclable en la ciudad de Huánuco *Revista de Investigación Valdizana*: vol. 12, núm. 4, 2018. ISSN: 1995 - 445X. Huánuco: Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/118/118627002/html/index.html>.

## **ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

LADRILLOS TÉRMICOS DE BOTELLA DE PLÁSTICO RELLENADOS CON ARCILLA Y POLIESTIRENO PARA VIVIENDAS ALTOANDINAS CERRO DE PASCO 2021					
Problemas	Objetivos	Hipótesis	VARIABLE INDEPENDIENTE: Botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno		
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE ESTUDIO: Aplicada
¿Los ladrillos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno son aptos como alternativa para el aislamiento térmico y resistencia a la compresión?	Determinar si los ladrillos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno son aptos como alternativa para el aislamiento térmico y resistencia a la compresión	Los ladrillos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno son aptos como alternativa para el aislamiento térmico y resistencia a la compresión	Proporción	Poliestireno (10%, 20%, 30%)	ENFOQUE: Cuantitativo
Problema específico 1	Objetivo específico 1	Hipótesis específico 1	Granulometría	Arcilla	DISEÑO: Experimental
¿La botella de plástico relleno con arcilla y poliestireno son resistentes a la compresión respecto al adobe convencional?	Determinar si la botella de plástico relleno con arcilla y poliestireno son resistentes a la compresión respecto al adobe convencional	La botella de plástico relleno con arcilla y poliestireno son resistentes a la compresión respecto al adobe convencional	VARIABLE DEPENDIENTE: Ladrillo térmicos		INSTRUMENTO: Ficha de recolección
Problema específico 2	Objetivo específico 2	Hipótesis específico 2	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACIÓN: Determinada de 79 unid.
¿La botella de plástico relleno con arcilla 90% y poliestireno 10% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional?	Determinar si la botella de plástico rellenos con arcilla 90% y poliestireno 10% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional	La botella de plástico relleno con arcilla 90% y poliestireno 10% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional	Resistencia a la Compresión	Unidad de albañilería PET	MUESTRA: 9 Unid.
				Ensayo en pilas	MUESTRA: 3 Unid.
				Ensayo en muretes	MUESTRA: 3 Unid.
Problema específico 3	Objetivo específico 3	Hipótesis específico 3	Aislamiento térmico	grados (°) y decibel (dB)	MUESTRA: 4 Unid.
¿La botella de plástico relleno con arcilla 70% y poliestireno 30% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional?	Determinar si la botella de plástico rellenos con arcilla 70% y poliestireno 30% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional	La botella de plástico relleno con arcilla 70% y poliestireno 30% presenta mayor aislamiento térmico respecto al adobe convencional			

## MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

LADRILLOS TÉRMICOS DE BOTELLA DE PLÁSTICO RELLENADOS CON ARCILLA Y POLIESTIRENO PARA VIVIENDAS ALTOANDINAS CERRO DE PASCO 2021					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
BOTELLA DE PLÁSTICO RELLENADOS CON ARCILLA Y POLIESTIRENO	Según Herrera y Estrada es uno de los más relevantes cuyo uso considerable radica en la producción de envases para agua y bebidas embotelladas	G.E: O <sub>1</sub> -X-O <sub>2</sub> G.C: O <sub>1</sub> -X-O <sub>2</sub>	Proporción	Poliestireno (10%, 20%, 30%)	Ficha de recolección de datos
			Granulometría	Arcilla	
LADRILLOS TÉRMICOS	Según Gaviria y Marín, el ladrillo está siendo promovido y utilizado por arquitectos y compañías	Se realizaron pruebas para la resistencia a compresión y	Resistencia a la compresión	Unidad de albañilería	
			Aislamiento termo-acústico	Ensayo en pilas Ensayo en muretes	

	responsables con el medio ambiente, con la inclinación de desarrollar-construir lugares más habitables, saludables y confortables, de alta calidad, resistencia y durabilidad	aislamiento termo-acústico		grados (°) y decibel (dB)	
--	---	----------------------------	--	---------------------------	--

Fuente. Elaboración propia.



# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

**RUC N° 20602182721**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 096 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	01322-2020
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
3. Dirección	MZA. A LOTE, 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
Equipo	MARCO DE CARGA
Capacidad	15000 kgf
Marca	ELE INTERNATIONAL
Modelo	37-4856/09
Número de Serie	221830114
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	ELE INTERNATIONAL
Modelo	ADR TOUCH HEAD
Número de Serie	1887-1-00082
Resolución	1 kgf
5. Fecha de Calibración	2020-11-13

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

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-11-13

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**  
**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 096 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.0 °C	22.0 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	CELDA DE CARGA KELI MOD: 150-A E SERIE: 5Y97826	INF-LE 002-20
CELDA	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	CMC-041-2020

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.



☎ 913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo





**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**  
**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 096 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	1500	1500	1502	1503	1502
20	3000	3002	3005	2999	3002
30	4500	4503	4504	4500	4502
40	6000	6005	6008	6003	6005
50	7500	7509	7512	7504	7509
60	9000	9013	9008	9015	9012
70	10500	10514	10518	10512	10515
80	12000	12018	12022	12016	12018
90	13500	13523	13526	13521	13523
100	15000	15038	15041	15033	15038
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
1500	-0.12	0.20	0.07	0.07	0.58
3000	-0.07	0.21	0.10	0.03	0.58
4500	-0.05	0.09	0.02	0.02	0.58
6000	-0.09	0.07	0.04	0.02	0.58
7500	-0.11	0.10	0.04	0.01	0.58
9000	-0.13	0.07	-0.05	0.01	0.58
10500	-0.14	0.05	0.03	0.01	0.58
12000	-0.15	0.05	0.03	0.01	0.58
13500	-0.17	0.04	0.03	0.01	0.57
15000	-0.25	0.06	0.02	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



## INFORME

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

Código	AE-FO-124
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

Proyecto	: Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021	Registro N°:	L21-082-01
Solicitante	: Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	Realizado por :	R. Leyva
Cliente	: Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Cerro de Pasco	Fecha de Ensayo :	8/10/2021
Fecha de Emisión	: 12/10/2021	Turno :	Diurno
Tipo de muestra	: Ladrillo de botella		
Presentación	: ---		

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
ASTM C496/C496M-17

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Arcilla 90% / Poliestireno 10% - 01	7/10/2021	8/10/2021	1 días	20.00	5.50	18654	108.0 kg/cm2
Arcilla 90% / Poliestireno 10% - 02	7/10/2021	8/10/2021	1 días	20.00	5.50	17543	101.5 kg/cm2
Arcilla 90% / Poliestireno 10% - 03	7/10/2021	8/10/2021	1 días	20.00	5.50	17952	103.9 kg/cm2

## OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas por el SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

## INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico



INFORME		Código	AE-FO-124
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO		Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021	Registro N°:	L21-082-02
Solicitante	: Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	Realizado por :	R.Leyva
Cliente	: Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Cerro de Pasco	Fecha de Ensayo :	8/10/2021
Fecha de Emision	: 12/10/2021	Turno :	Diurno
Tipo de muestra	: Ladrillo de botella		
Presentación	: ---		

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
ASTM C496/C496M-17

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Arcilla 80% / Poliestireno 20% - 01	7/10/2021	8/10/2021	1 días	20.00	5.50	16989	98.3 kg/cm2
Arcilla 80% / Poliestireno 20% - 02	7/10/2021	8/10/2021	1 días	20.00	5.50	17125	99.1 kg/cm2
Arcilla 80% / Poliestireno 20% - 03	7/10/2021	8/10/2021	1 días	20.00	5.50	17006	98.4 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas por el SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico



INFORME	Código	AE-FO-124
	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	1 de 1

Proyecto : Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021 Registro N°: L21-082-03

Solicitante : Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate Realizado por : R. Leyva

Cliente : Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate Revisado por : L. Melgar

Ubicación de Proyecto : Cerro de Pasco Fecha de Ensayo : 8/10/2021

Fecha de Emisión : 12/10/2021 Turno : Diurno

Tipo de muestra : Ladrillo de botella

Presentación : ---

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
ASTM C496/C496M-17


IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Arcilla 70% / Poliestireno 30% - 01	7/10/2021	8/10/2021	1 días	20.00	5.50	15145	87.7 kg/cm <sup>2</sup>
Arcilla 70% / Poliestireno 30% - 02	7/10/2021	8/10/2021	1 días	20.00	5.50	15487	89.6 kg/cm <sup>2</sup>
Arcilla 70% / Poliestireno 30% - 03	7/10/2021	8/10/2021	1 días	20.00	5.50	14788	85.6 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas por el SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-101</b>
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE REFORZADO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

<b>PROYECTO</b>	: Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	<b>L21-082-04</b>
<b>CLIENTE</b>	: Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	<b>REALIZADO POR :</b>	R. Leyva
<b>SOLICITANTE</b>	: Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	<b>REVISADO POR :</b>	L. Melgar
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Cerro de Pasco	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	22/10/2021
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 22/10/2021	<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Unidades de adobe		
<b>Presentación</b>	: Cubica		

**Resistencia a la compresión en unidades de adobe  
NORMA E.080 / NTP 339.613 unidades de albañilería**

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	W (Kgf)	C (Kg/cm2)	C (kPa)	C = REDON (69 kPa)
<b>Unidad de Adobe - PATRÓN</b>	10.1	18.7	188.2	4448.2	23.6	2318.1	<b>2346</b>
	10.0	18.7	187.8	4358.3	23.2	2276.3	<b>2277</b>
	10.1	18.7	187.8	4391.2	23.4	2292.6	<b>2277</b>
	10.0	18.7	187.7	4796.3	25.6	2506.4	<b>2484</b>
	10.1	18.7	188.9	4215.3	22.3	2188.9	<b>2208</b>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas por el SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL

<b>INGENIOCONTROL SAC</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGENIOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:   <b>Luis A. Melgar Angeles</b> Jefe de Laboratorio INGENIOCONTROL	Nombre y firma:   <b>Arnaldo Perez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico

# PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DEL LADRILLO TÉRMICO, UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.



Figura 33. Laboratorio de ensayos a compresión.



Figura 34. Ensayos a compresión por unidad de albañilería.

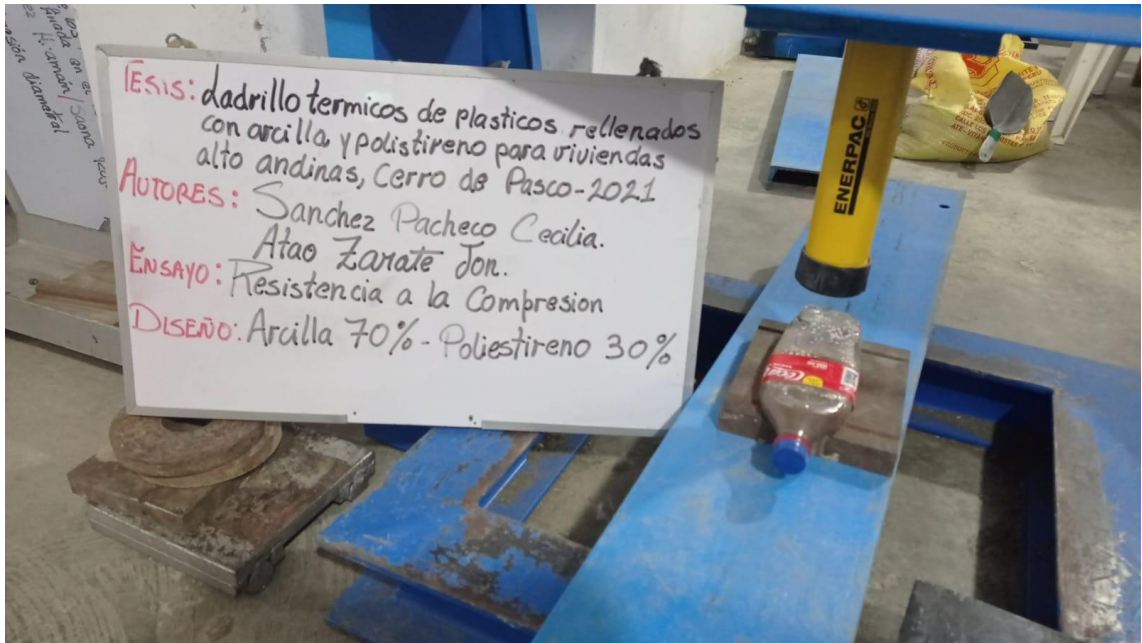



Figura 35. Ensayo a compresión en laboratorio arcilla 70%- poliestireno 30%.



Figura 36. Ensayos a compresión en laboratorio

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-102
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>	Versión	01
		Fecha	13-11-2019
		Página	1 de 1

Proyecto	Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021	Registro N°:	L21-082-05
Solicitante	Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	Ensayado por:	R. Leyva
Cliente	Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	Fecha de Ensayo:	26/11/2021
Ubicación de Proyecto	Cerro de Pasco	Turno:	Diurno
Fecha de Emisión	26/11/2021		
Tipo de muestra	Murete con ladrillos termicos de botella de plastico.		
Presentación	Murete con 90% Arcilla - 10% poliestireno.		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES  
ASTM E519 / NTP 399.621**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	ESFUERZO V <sub>m</sub>	
Muro con 90% Arcilla - 10% Poliestireno	29/10/2021	26/11/2021	28	596.0	594.0	208.0	5360	52563.6	122570.0	0.3 MPa	3.1 kg/cm2



MURO CON 90% ARCILLA - 10% POLIESTIRENO.

**OBSERVACIONES:**

- Muestras realizadas en el laboratorio de INGEOCONTROL
- Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGEOCONTROL
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  <b>Luis A. Melgar Angeles</b> Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	Nombre y firma:  <b>Arnaldo Perez Coscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico



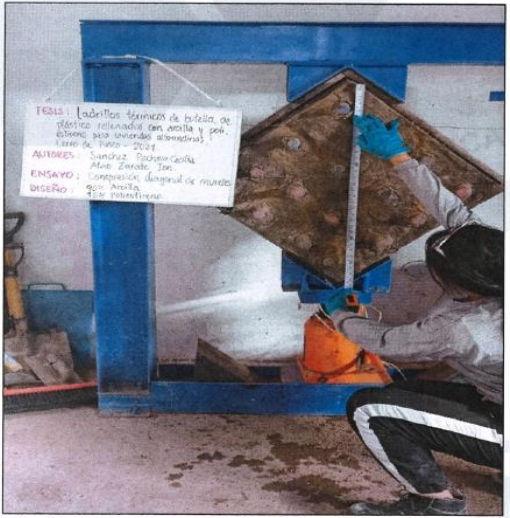


<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-182
<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBANILERÍA</b>	Versión	01
	Fecha	13-11-2019
	Página	1 de 1

<b>Proyecto</b> : Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021 <b>Solicitante</b> : Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate <b>Ciente</b> : Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate <b>Ubicación de Proyecto</b> : Cerro de Pasco <b>Fecha de Emisión</b> : 26/11/2021	<b>Registro N°</b> : L21-082-05  <b>Ensayado por</b> : R. Leyva <b>Fecha de Ensayo</b> : 26/11/2021 <b>Turno</b> : Diurno
<b>Tipo de muestra</b> : Murete con ladrillos termicos de botella de plastico. <b>Presentación</b> : Murete con 90% Arcilla - 10% poliestireno.	

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES  
ASTM E519 / NTP 399.621**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm²)	ESFUERZO v <sub>m</sub>	
Muro con 90% Arcilla - 10% Poliestireno	29/10/2021	26/11/2021	28	596.0	594.0	206.0	5360	52563.6	122570.0	0.3 MPa	3.1 kg/cm2



**MURO CON 90% ARCILLA - 10% POLIESTIRENO.**

- OBSERVACIONES:**
- \* Muestras realizadas en el laboratorio de INGEOCONTROL
  - \* Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGEOCONTROL
  - \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>  Nombre y firma:    <b>Luis A. Melgar Angeles</b> Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	<b>AUTORIZADO POR</b>  Nombre y firma:    <b>Arnaldo Perez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico



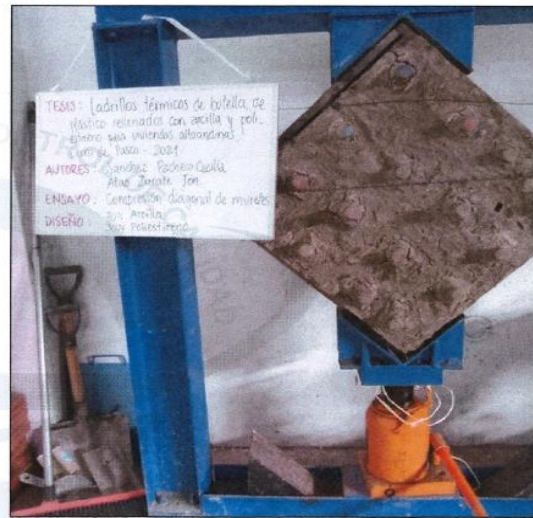
**INFORME**  
**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

Código	AE-FO-182
Versión	01
Fecha	13-11-2019
Página	1 de 1

Proyecto	Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021	Registro N°	L21-082-07
Solicitante	Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	Ensayado por	R. Leyva
Cliente	Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	Fecha de Ensayo	26/11/2021
Ubicación de Proyecto	Cerro de Pasco	Turno	Diurno
Fecha de Emisión	26/11/2021		
Tipo de muestra	Murete con ladrillos termicos de botella de plastico.		
Presentación	Murete con 70% Arcilla - 30% poliestireno.		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES  
 ASTM E519 / NTP 399.621**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	ESFUERZO v <sub>m</sub>	
Muro con 70% Arcilla - 30% Poliestireno	29/10/2021	26/11/2021	28	598.0	594.0	204.0	3965	38883.4	121584.0	0.2 MPa	2.3 kg/cm <sup>2</sup>



**MURO CON 70% ARCILLA - 30% POLIESTIRENO.**

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras realizadas en el laboratorio de INGENIOCONTROL
- \* Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGENIOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL

INGENIOCONTROL SAC

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGENIOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR


Nombre y firma:

Luis A. Melgar Angeles  
 Jefe de Laboratorio  
 INGENIOCONTROL

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

Arnaldo Perez Coscco  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-182
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA</b>	Versión	01
		Fecha	13-11-2019
		Página	1 de 1

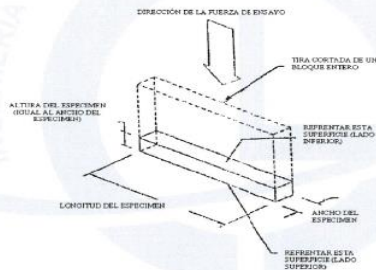
Proyecto : Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021 Registro N° : **L21-082-08**  
 Solicitante : Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate  
 Cliente : Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate Ensayado por : R. Leyva  
 Ubicación de Proyecto : Cerro de Pasco Fecha de Ensayo : 26/11/2021  
 Fecha de Emisión : 26/11/2021 Turno : Diurno

---

Tipo de muestra : Pilas con ladrillos termicos de botella de plastico.  
 Presentación : Pilas  
 Resistencia de diseño (F'm) : ---

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
ASTM C 1314 / NTP 399.605**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t <sup>A</sup>	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO F'm
Muro con 90% Arcilla - 10% Poliestireno	26/10/2021	26/11/2021	31	19.50	23.10	30.30	1.55	0.87	9235	450.5	18 kg/cm <sup>2</sup>
Muro con 80% Arcilla - 20% Poliestireno	26/10/2021	26/11/2021	31	19.30	23.10	30.20	1.56	0.87	7563	445.8	15 kg/cm <sup>2</sup>
Muro con 70% Arcilla - 30% Poliestireno	26/10/2021	26/11/2021	31	19.80	23.20	30.30	1.53	0.87	6547	459.4	12 kg/cm <sup>2</sup>



h/t <sup>A</sup>	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Factor de corrección	0,75	0,86	1,0	1,04	1,07	1,15	1,22

<sup>A</sup> h/t<sup>A</sup>: Relación de la altura del prisma y los medidos menores laterales del prisma

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras realizadas en el laboratorio de INGENIOCONTROL
- \* Los insumos para la elaboración de los muretes fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGENIOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL

INGENIOCONTROL SAC		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGENIOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Luis A. Melgar Angeles</b> Jefe de Laboratorio INGENIOCONTROL</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Arnaldo Perez Coscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico</p>

# PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES.



# PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PILAS DE ALBAÑILERÍA.



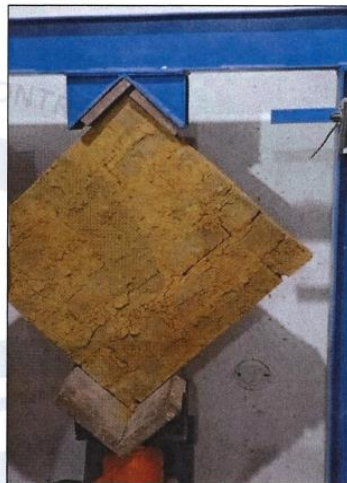


<b>INFORME</b>  <b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>	Código	AE-FG-192
	Versión	01
	Fecha	13-11-2019
	Página	1 de 1

Proyecto	: Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021	Registro N°:	L21-082-09
Solicitante	: Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	Ensayado por :	R. Leyva
Cliente	: Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate	Fecha de Ensayo :	26/11/2021
Ubicación de Proyecto	: Cerro de Pasco	Turno :	Diurno
Fecha de Emisión	: 26/11/2021		
Tipo de muestra	: Murete de adobe		
Presentación	: ---		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES  
ASTM E519 / NTP 399.621**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	ESFUERZO V <sub>m</sub>	
Muro de adobe convencional - PATRON	29/10/2021	26/11/2021	28	682.0	685.0	961.0	1058	10375.4	656843.5	0.011 MPa	0.114 MPa




MURO DE ADOBE

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras realizadas por el SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:   Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	Nombre y firma:   Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-182
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA</b>	Versión	01
		Fecha	13-11-2019
		Página	1 de 1

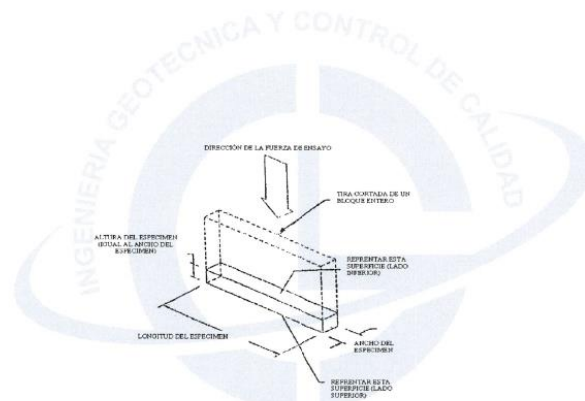
Proyecto : Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas altoandinas Cerro de Pasco 2021 Registro N° : L21-082-10  
 Solicitante : Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate  
 Cliente : Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco / Jon Atao Zarate Ensayado por : R. Leyva  
 Ubicación de Proyecto : Cerro de Pasco Fecha de Ensayo : 26/11/2021  
 Fecha de Emisión : 26/11/2021 Turno : Diurno

---

Tipo de muestra : Pilas con adobe convencional  
 Presentación : Pilas  
 Resistencia de diseño (Fm) : ---

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
ASTM C 1314 / NTP 399.605**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	ht <sup>A</sup>	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO F'm
Muro con Adobe convencional PATRON	29/10/2021	26/11/2021	28	9.72	18.30	28.70	2.95	0.69	2243	177.9	9 kg/cm <sup>2</sup>



ht <sup>A</sup>	1.3	1.5	2.0	2.2	3.0	4.0	5.0
Factor de corrección	0.75	0.86	1.0	1.04	1.07	1.15	1.22

<sup>A</sup> ht<sup>A</sup>: Relación de la altura del prisma y las medidas medidas interiores del prisma

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras realizadas en el laboratorio de INGECONTROL
- \* Los insumos para la elaboración de los muretes fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGECONTROL
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGECONTROL

INGECONTROL SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  <b>Luis A. Melgar Angeles</b> Jefe de Laboratorio INGECONTROL	Nombre y firma:  <b>Arnaldo Perez Coscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico



## Performance Certificate - TLS-100

Batch ID Nylon 66 - 7 Firmware Version 5.1.2.3

\*For accurate results, firmware version must be equal to or newer than the listed firmware.

### Thermal Conductivity Values

#### ISO 22007-2:2015 TPS Measurements

	Nylon		Macor	
Measured Thermal Conductivity	0.36	W/mK	1.59	W/mK
Measurement RSD	0.10	%	0.45	%

#### TLS-100 Measurements

	Nylon		Macor			
Measured Thermal Conductivity	Test 1	0.3512	W/mK	Test 1	1.6448	W/mK
	Test 2	0.3580	W/mK	Test 2	1.6325	W/mK
	Test 3	0.3586	W/mK	Test 3	1.6332	W/mK
Measurement Average	0.3559	W/mK	1.6368	W/mK		
Measurement STD	0.0034	W/mK	0.0056	W/mK		
Measurement RSD	0.94	%	0.34	%		
Accuracy	1.13	%	2.95	%		

Verification Sample SN#

1081

TLS SN# 27001-

494

TLS Needle SN#

Needle Length: 100 mm

40050

QC Date:

11  
Day

12  
Month

2020  
Year

QC Completed By: \_\_\_\_\_





**ÁREA DE CALIDAD  
PRESENTACIÓN DE DATOS  
ENSAYO DE MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA**

PROYECTO	"Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas alto andinas Cerro de Pasco 2021".	UBICACIÓN	Lima
CLIENTE	Cecilia Giuliana Sanchez Pacheco	FECHA	18/11/2021
RUC / DNI	73143379	CÓDIGO	2021-GT-EYL-EL-020
EQUIPO	MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	MODELO	TLS100
MARCA	THERMTEST	NÚMERO DE SERIE	27001-494

**MUESTRAS DE DATOS EN LABORATORIO DE GEOTEKNIK**

MUESTRA		TERMOHIGROMETRO	EQUIPO DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA		
		S/N: 200666164	Marca: Thermtest, Modelo: TLS100, S/N: 27001-494		
		T° Ambiente (°C)	T° Adobe (°C)	Cond. Térmica (K)	Res. Térmica (R)
Arcilla 90%, Poliestireno 10%	Muestreo 1	19.9	20.2	0.1794	5.5721
	Muestreo 2	20.7	20.7	0.2295	4.3569
Arcilla 70%, Poliestireno 30%	Muestreo 1	19.9	20.2	0.1983	5.0417
	Muestreo 2	20.2	20.5	0.1833	5.4534

**OBSERVACIONES**  
 El ensayo a cada muestra se realiza dos veces en un mismo punto. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ENTREGA**


Compañía	GEOTEKNIK S.A.C.
Personal	Ing. Cristian Manayay Ramirez
Firma	 <b>GEOTEKNIK S.A.C.</b> <b>CRISTIAN MANAYAY RAMIREZ</b> <b>JEFE DE LABORATORIO</b>
Fecha	18/11/2021



Figura 37. Medición de conductividad térmica, unidad de albañilería



Figura 38. Ensayos de conductividad térmica.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Ladrillos térmicos de botella de plástico rellenos con arcilla y poliestireno para viviendas alto-andinas Cerro de Pasco 2021.", cuyos autores son ATAÓ ZARATE JON LEO, SANCHEZ PACHECO CECILIA GIULIANA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido en 23.00%, y 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.

LIMA, 31 de Diciembre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO <b>DNI:</b> 08196873 <b>ORCID</b> 00000000313045008	Firmado digitalmente por: LHDIAZH el 31-12-2021 22:57:21

Código documento Trilce: TRI - 0249378