



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe con  
fibra de lana y polímero reciclado en Curahuasi – Abancay –  
Apurímac”

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Castillo Talavera, Luis Angel (ORCID: 0000-0002-1758-4247)

**ASESORA:**

Mg. Andia Arias, Janet Yessica (ORCID: 0000-0002-6084-0672)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural.

**ATE — PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo está dedicado a Dios por guiarme en mi camino profesional y personal, a Amparo, Julio, Liz y Prianka por el apoyo brindado en cada una de mis etapas de desarrollo, a la Universidad Cesar Vallejo por acogerme en su centro académico y por último a toda la comunidad científica ávida de curiosidad y búsqueda de conocimiento.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por darme conciencia, a mis padres por darme la vida, a mis amigos por hacer llevaderos los días, a mi asesora de tesis Janet por hacer posible este trabajo y a la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de continuar avanzando profesionalmente.*

## Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>20</b>
3.1.Tipo y Diseño de Investigación.....	20
3.2.Variable y Operacionalización.....	20
3.3.Población, Muestra y Muestreo.....	21
3.4.Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5.Procedimientos.....	23
3.6.Método de Análisis de Datos.....	29
3.7.Aspectos Éticos.....	29
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>52</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS.....	62

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Población .....	21
<b>Tabla 2.</b> Criterios de Inclusión y Exclusión.....	22
<b>Tabla 3.</b> Instrumentos de Investigación.....	23
<b>Tabla 4.</b> Validación de los instrumentos.....	23
<b>Tabla 5.</b> Prueba cinta de barro .....	30
<b>Tabla 6.</b> Prueba Resistencia seca .....	30
<b>Tabla 7.</b> Ensayo de Granulometría .....	31
<b>Tabla 8:</b> Contenido de Humedad .....	32
<b>Tabla 9:</b> Límite Líquido (LL).....	32
<b>Tabla 10.</b> Límite Plástico (LP).....	32
<b>Tabla 11.</b> Resultados del ensayo de succión del Adobe Patrón.....	33
<b>Tabla 12.</b> Resultado del ensayo de succión de adobes con aditivo al 0.5%.....	33
<b>Tabla 13.</b> Resultado del ensayo de succión de adobes con aditivo al 1%.....	34
<b>Tabla 14.</b> Resultados promedio del ensayo de succión .....	34
<b>Tabla 15.</b> Varianza del ensayo de succión.....	35
<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza del ensayo de succión .....	35
<b>Tabla 17.</b> Resultado del ensayo de alabeo en el Adobe Patrón.....	36
<b>Tabla 18.</b> Resultado del ensayo de alabeo con aditivo al 0.5% .....	36
<b>Tabla 19.</b> Resultado del ensayo de alabeo con aditivo al 1% .....	37
<b>Tabla 20.</b> Resultados promedio del ensayo de alabeo.....	37
<b>Tabla 21.</b> Varianza del ensayo de alabeo .....	38
<b>Tabla 22.</b> Análisis de varianza del ensayo de alabeo.....	38
<b>Tabla 23.</b> Variación dimensional en el adobe patrón.....	39
<b>Tabla 24.</b> Variación dimensional en adobes con aditivo al 0.5% .....	40
<b>Tabla 25.</b> Variación dimensional en adobes con aditivo al 1%.....	40
<b>Tabla 26.</b> Resultados promedio del ensayo de variación dimensional .....	41
<b>Tabla 27.</b> Porcentajes promedio del ensayo de variación dimensional .....	41
<b>Tabla 28.</b> Varianza del ensayo del ensayo de variación .....	43
<b>Tabla 29.</b> Análisis de la varianza del ensayo del ensayo de variación .....	43
<b>Tabla 30.</b> Resistencia a la compresión del adobe patrón .....	44
<b>Tabla 31.</b> Resistencia a compresión del adobe con aditivo al 0.5% .....	44
<b>Tabla 32.</b> Resistencia a compresión del adobe con aditivo al 1% .....	45

<b>Tabla 33.</b> Resultados promedio del ensayo de resistencia a la compresión .....	45
<b>Tabla 34.</b> Varianza del ensayo del ensayo de compresión .....	46
<b>Tabla 35.</b> Análisis de la varianza en la Resistencia a la Compresión .....	46
<b>Tabla 36.</b> Resistencia a la tracción del adobe patrón .....	48
<b>Tabla 37.</b> Resistencia a la tracción del adobe con aditivo al 0.5% .....	48
<b>Tabla 38.</b> Resistencia a tracción del adobe con aditivo al 1% .....	49
<b>Tabla 39.</b> Resultados promedio del ensayo de resistencia a la tracción .....	49
<b>Tabla 40.</b> Varianza del ensayo de resistencia a la tracción .....	50
<b>Tabla 41.</b> Análisis de la varianza del ensayo de resistencia a la tracción .....	50

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Bloqueta de Adobe .....	10
<b>Figura 2.</b> Elaboración de Adobe .....	11
<b>Figura 3.</b> Prueba de presencia de Arcilla – Paso 1 .....	12
<b>Figura 4.</b> Prueba de presencia de Arcilla – Paso 2 .....	12
<b>Figura 5.</b> Fibra de Polímero Reciclado .....	13
<b>Figura 6.</b> Adición de polímeros al adobe .....	13
<b>Figura 7.</b> Fibra de Lana .....	14
<b>Figura 8.</b> Departamentos de mayor concentración de ovinos .....	15
<b>Figura 9.</b> Juego de Tamices .....	16
<b>Figura 10.</b> Ensayo de resistencia a la tracción .....	17
<b>Figura 11.</b> Máquina de Ensayo a la Rotura .....	18
<b>Figura 12.</b> Elaboración de bloquetas de adobe con aditivos .....	25
<b>Figura 13.</b> Adobes en cubos de 10 cm .....	26
<b>Figura 14.</b> Ensayo de Succión .....	27
<b>Figura 15.</b> Ensayo de Variación Dimensional .....	28
<b>Figura 16.</b> Rotura de bloques de adobe .....	28
<b>Figura 17.</b> Máquina de Ensayo a la Rotura .....	29
<b>Figura 18.</b> Gráfico de promedios del ensayo de succión .....	34
<b>Figura 19.</b> Distribución de regiones para la prueba de hipótesis .....	35
<b>Figura 20.</b> Gráfico de promedios del ensayo de alabeo .....	37
<b>Figura 21.</b> Distribución de regiones para la prueba de hipótesis .....	39
<b>Figura 22.</b> Gráfico de promedios de Variación Dimensional - Largo .....	41
<b>Figura 23.</b> Gráfico de promedios de Variación Dimensional - Ancho .....	42
<b>Figura 24.</b> Gráfico de promedios de Variación Dimensional - Alto .....	42
<b>Figura 25.</b> Distribución de regiones para la prueba de hipótesis .....	43
<b>Figura 26.</b> Gráfico de promedios de resistencia a la compresión .....	46
<b>Figura 27.</b> Distribución de regiones para la prueba de hipótesis .....	47
<b>Figura 28.</b> Gráfico de resultados del ensayo de resistencia a la tracción .....	49
<b>Figura 29.</b> Distribución de regiones para la prueba de hipótesis .....	51
<b>Figura 30.</b> Fallas por compresión en el adobe .....	64
<b>Figura 31.</b> Desmoldado de adobes .....	64
<b>Figura 32.</b> Adobes en cubos de 10 cm .....	65
<b>Figura 33.</b> Realización del ensayo de Límites de consistencia .....	65

<b>Figura 34.</b> Realización del ensayo de granulometría.....	66
<b>Figura 35.</b> Realización de ensayo de succión.....	66
<b>Figura 36.</b> Maquina de rotura .....	67
<b>Figura 37.</b> Falla del adobe a compresión.....	67
<b>Figura 38.</b> Realización del ensayo de alabeo .....	68
<b>Figura 39.</b> Realización de los ensayos INSITU.....	68

## Resumen

El presente trabajo tiene por **objetivo de estudio** evaluar las propiedades físicas y mecánicas del adobe con la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en Curahuasi - Abancay - Apurímac. La **metodología de la investigación** es de tipo aplicada y de diseño experimental.

Los **principales resultados** obtenidos indican una mejora significativa en la resistencia a la compresión ( $\text{kg/cm}^2$ ) donde las unidades con aditivos al 0.5% y 1% alcanzaron 16.76 y 21.08 respectivamente mientras que el adobe tradicional un promedio de 14.53, la resistencia a la tracción ( $\text{kg/cm}^2$ ) presenta una mejora significativa donde las unidades con aditivo de 0.5% y 1% alcanzaron 1.25 y 1.45 correspondientemente respecto al adobe patrón que logró 1.20, las propiedades físicas fueron levemente mejoradas, los resultados obtenidos en la muestra con aditivo al 1% para el ensayo succión ( $\text{gr/min}/200\text{cm}^2$ ) se estimó una leve mejora de 11%, en el alabeo (mm) una mejora del 23%.

Se **concluye** una mejora significativa en la resistencia a la compresión del 47% de la muestra al 1% respecto al adobe patrón, en resistencia a la tracción de 22% muestra al 1% respecto al adobe patrón y una influencia leve en las propiedades físicas.

**Palabras clave:** Bloqueta, tierra, compresión, tracción, aditivos.

## **Abstract**

The objective of this study is to evaluate the physical and mechanical properties of adobe with the incorporation of wool fiber and recycled polymer in Curahuasi - Abancay - Apurímac. The research methodology is applied and experimental design.

The main results obtained indicate a significant improvement in the compressive strength ( $\text{kg/cm}^2$ ) where the units with 0.5% and 1% additives reached 16.76 and 21.08 respectively, while the traditional adobe averaged 14.53, the tensile strength ( $\text{kg/cm}^2$ ) presents a significant improvement where the units with additive of 0.5% and 1% reached 1.25 and 1.45 correspondingly with respect to the adobe pattern that improved 1.20, the physical properties were slightly improved, the results obtained in the sample with additive at 1% for the suction test ( $\text{gr/min}/200\text{cm}^2$ ) a slight improvement of 11% was estimated, in warping (mm) an improvement of 23%.

A significant improvement is concluded in the compressive strength of 47% of the sample at 1% compared to the standard adobe, in tensile strength of 22% sample at 1% compared to the standard adobe and a slight influence on the physical properties.

**Keywords: Block, earth, compressive, tensile, additives.**

## I. INTRODUCCIÓN

En un **contexto internacional**, se acentuó la importancia del uso de la tierra como uno de los principales materiales para el desarrollo de las primeras civilizaciones. Se ha empleado este material desde hace más de 9000 años en las construcciones de viviendas, fortalezas, templos y monumentos. Estructuras que con el transcurso del tiempo fueron adoptando nuevas técnicas para adaptarse mejor a la realidad de cada cultura (Minke, 2001, p. 15).

En América, el adobe, se utilizó como material habitual por los pueblos indígenas desde hace miles de años, estableciéndose como una alternativa por las culturas de la época por ser un material de fácil obtención y bajo costo de producción (Gama *et al*, 2012, párr. 1).

Según Bouso (2012, p. 8), el antiguo conocimiento de las técnicas de construcción en base a la tierra se heredó a las antiguas civilizaciones del **Perú** como: Caral, Chavín, Moche, Paracas, Chimú, Nazca, Tiahuanaco y otros. Quienes edificaron imponentes construcciones en base a la tierra, por ejemplo: La Huaca de la Luna (Mochica), La Huaca Pucllana (Cultura Lima), El Santuario de Sipán (Mochica), La ciudad de Chan Chan (Chimú), El Templo del Sol (Inca).

Con la llegada de la época colonial, los españoles impusieron su propia cultura y creencias modificando la estructura de las construcciones existentes, remplazando templos por catedrales e iglesias. El encuentro de ambas culturas creó una mezcla en técnicas de construcción y materiales convenientes de la zona resultando en una amalgama que perdura hasta el día de hoy (Bouso, 2012, p 29).

El uso del adobe en la construcción se ha prolongado desde entonces debido a sus componentes de fácil recolección como son la paja, arena y arcilla resultando en un producto más económico respecto a otras unidades de albañilería; además, el proceso de elaboración es artesanal y se encuentra arraigada a las costumbres constructivas del Perú (Díaz, Parada y Alvarado, 2019, párr. 8).

Según el censo nacional del INEI (2017, p. 31) se estimó que en la **región de Apurímac** existen 91,752.00 construcciones de adobe o tapia, el mismo censo muestra que en todo el Perú existen más de 2 millones 148 mil de construcciones

del mismo material lo cual resalta lo vigente que se encuentra este tipo de construcciones.

**La evolución histórica del problema** se asocia la vulnerabilidad de las construcciones de tierra frente a fenómenos naturales provocados por las regiones sísmicas como el anillo de fuego del pacífico. El Perú en conjunto con otros 14 países se ubica sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico, zona en donde se concentra más del 85% de la energía sísmica y volcánica resaltando el riesgo en esta zona de América Latina (Masum y Abar, 2019, párr. 5).

Uno de los principales terremotos en el Perú se suscitó el 15 de agosto del 2007, en la región de Ica se produjo un terremoto de 7.0 en la escala de Richter, donde las víctimas mortales sumaron 595, 192,700.00 viviendas afectadas, 76,000.00 viviendas colapsadas siendo las construcciones de adobe las más afectadas con un 60% del total destruidas (D'Ercole *et al*, 2009, párr. 6).

Ante la vulnerabilidad de las construcciones de tierra, **la proyección a futuro** es que, de no mejorar la calidad de los materiales artesanales en base a tierra, se desencadenaría mayores daños económicos, materiales y costos de mortandad ante un eventual desastre natural. Por ejemplo, las iglesias de adobe que pueden albergar gran cantidad de personas son un riesgo latente como el caso de la Iglesia “Virgen de la asunción en Ayacucho (Briceño *et al*, 2018, párr. 1).

**La descripción de la realidad problemática** gira en torno a las bajas propiedades físicas y mecánicas de los adobes tradicionales con respecto a otras unidades de albañilería convencionales. Las estructuras de adobe son altamente vulnerables a los fenómenos naturales como inundaciones y terremotos y a efectos de la intemperie provocando fallas o hasta el colapso. Se debe buscar mejorar las propiedades del adobe, ya que poseen baja resistencia estructural, con el uso de diferentes aditivos que no rompan las ventajas económicas y sustentables que ya posee el material artesanal (Arroyo, Sánchez y Catalán, 2013, párr. 29).

De lo mencionado anteriormente se formuló el **problema general** de la investigación: ¿Cuál es la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe con la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en Curahuasi - Abancay - Apurímac?, el **primer problema específico**: ¿Cuál es la influencia de la

incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en las propiedades físicas del adobe en Curahuasi - Abancay - Apurímac? y como **segundo problema específico**: ¿Cuál es la influencia de la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en las propiedades mecánicas del adobe en Curahuasi - Abancay - Apurímac?

La **Justificación teórica** del proyecto es aportar conocimientos científicos en relación a las propiedades físicas y mecánicas del adobe para lograr bloquetas de adobe de superior resistencia a las establecidas en la norma E-080, diseño y construcción con tierra reforzada. En dicha normativa se tienen los niveles mínimos de resistencia a la compresión de 10.2 kg/cm<sup>2</sup> y en la resistencia a la tracción 0.81 kg/cm<sup>2</sup>. La **justificación social** es contribuir a las construcciones artesanales de adobe en la región de Apurímac y del mismo modo en la zona andina del país que se emplee este tipo de construcciones. Ante un eventual desastre natural este tipo de construcciones es bastante vulnerable, además la misma naturaleza de este material no permite optar por opciones que encarezcan el producto, pues su mayor ventaja es ser un material económico con respecto a otras unidades de albañilería. Para el desarrollo de la **Justificación metodológica**, la investigación proporciona métodos e instrumentos de medición conforme a los formatos o fichas normativas para evaluar congruentemente las resistencias mecánicas y físicas conforme a los lineamientos y especificaciones de la norma E.080 en laboratorios especializados.

Para el desarrollo de la investigación se planteó el **objetivo general**: Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del adobe con la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en Curahuasi - Abancay - Apurímac. El **primer objetivo específico**: Determinar la influencia de la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en las propiedades físicas del adobe en Curahuasi - Abancay – Apurímac y como **segundo objetivo específico**: Determinar la influencia de la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en las propiedades mecánicas del adobe en Curahuasi - Abancay – Apurímac.

En base a los problemas y objetivos establecidos se formuló la siguiente **hipótesis general**: Las propiedades físicas y mecánicas del adobe mejoran un 15% con la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en Curahuasi - Abancay - Apurímac, la **primera hipótesis específica**: La incorporación de fibra de lana y

polímero reciclado mejora las propiedades físicas del adobe un 15% en Curahuasi - Abancay – Apurímac y la **segunda hipótesis específica**: La incorporación de fibra de lana y polímero reciclado mejora las propiedades mecánicas del adobe un 15% en Curahuasi - Abancay – Apurímac.

## II. MARCO TEÓRICO

En los **antecedentes nacionales**, para Holguino Huarza Antonio, Olivera Marocho Luis y Escobar Copa Katterine (2018) en el **artículo científico** titulado “**Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú**” se tiene como objetivo la evaluación del confort térmico en construcciones de tierra en zonas altoandinas del Perú, la metodología es de diseño experimental, donde se determinarían los valores de la conductividad térmica en laboratorio, los resultados relevantes de la investigación son: la transferencia de la energía calorífica hacia el exterior de la vivienda de adobe es 0,815 MJ en horas de la noche (11.00 pm) y durante el día se almacena una cantidad energía calorífica de 8,305 MJ, por último, se tiene como conclusión que las construcciones con dichos materiales son buenos aislantes térmicos en épocas de invierno, además la transferencia de calor es lenta por lo que este tipo de construcciones son buenos acumuladores de calor.

Según Herrera Villa Jhomayra de los Ángeles (2018) en la **tesis** para optar el grado de magister titulado “**Modelamiento numérico del comportamiento sísmico de viviendas de mampostería con bloques de tierra comprimida**” se tiene como objetivo el análisis del comportamiento sísmico de una vivienda de adobe, la metodología es de diseño experimental con análisis estadísticos, los resultados en la caracterización de los adobes en las propiedades de tracción se obtienen a partir de ensayos de flexión de bloques obteniéndose 0.13 N/mm<sup>2</sup> y en la resistencia a la compresión 1.00 N/mm<sup>2</sup> y en las conclusiones se menciona que las técnicas de construcción con tierra tipo comprimida es una buena opción para viviendas masivas, los materiales usados para la fabricación son una mezcla de suelo y estabilizador, siendo el cemento el más utilizado, aunque también pueden usarse las fibras de polipropileno, cal y se recomienda existen autores que estudian la manera de mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad de los bloques BTC de tierra empleando estabilizadores como polipropilenos “fly – ash” probándose su efectividad, sin embargo, aún no en nuevos materiales de tierra para viviendas.

Según Ramírez Caparó José Eduardo (2016) en el proyecto de **tesis** para optar el grado de magister titulado “**Estudio de las Propiedades Mecánicas y Físicas del Adobe con Biopolímeros de Fuentes Locales**” tiene como objetivo general

estudiar las propiedades mecánicas y físicas del adobe bajo a incorporación de biopolímeros como los son quitosana y carragenina, la metodología es de diseño experimental ya que se manipulan las variables bajo condiciones controladas, los resultados de los ensayos mecánicos son que las muestras con carragenina y quitosana aumentaron las resistencias, como conclusión se tiene que con la inclusión de dichos biopolímeros aumentan la protección considerable del adobe ante la erosión del agua y mejora de las resistencias mecánicas, por último, se recomienda el uso de biopolímeros para la protección de estructuras de tierra.

Según Jaimes Reátegui Sumaya, Matto Pablo Edgar, Arestegui de Kohama Darcy, Torres Romero Lucio y Mariano Santiago Heli (2018) en el **artículo de investigación** titulado “**Caracterización física mecánica de los adobes usados en las viviendas de las zonas urbano marginales de la ciudad de Huánuco, Perú**” tiene como objetivo general estudiar las características mecánicas y físicas del adobe en la zona urbano-rural de Huánuco, la metodología es de nivel descriptivo, es decir se describen los fenómenos y eventos para la investigación, los resultados señalan las siguientes resistencias a la compresión ( $\text{kg/cm}^2$ ) y tracción ( $\text{kg/cm}^2$ ) respectivamente realizadas en La Florida (10.43 y 0.21), La paz (14.03 y 0.38), Fondo Milagro (12.07 y 0.36), Chuna pampa (13.15 y 0.38), Colpa baja (16.84 y 0.47), San Luis – sector 1 (8.94 y 0.63), San Luis – sector 2 (12.06 y 0.6), San Luis – sector 3 (15.41 y 0.59), San Luis – sector 4 (11.72 y 0.71), San Luis – sector 5 (11.71 y 0.73), Héroes de Jactay – (11.73 y 0.21), Santa Rosa Alta (13.62 y 0.38) y Loma Blanca (12.2 y 0.36), como conclusión los adobes de la zona urbano marginal de Huánuco son resistentes a la compresión y que no son resistentes a la tracción, por último, se recomienda ampliar la investigación a fin de que se busque mejorar las capacidades de tracción.

Según Trujillo Barrera Miguel, Chávez Guivin Jorge y Torres Armas Elías (2018) en el **artículo de investigación** titulado “**Construcciones de adobe resistentes a exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones**” se tiene como objetivo general es establecer un modelo de construcción en base al adobe resistente a la acción prolongada del agua, la metodología es experimental, es decir se modificaran las variables para la investigación , los resultados son que a medida se mejora el sobrecimiento en los muros de adobe aumenta la resistencia ante una

eventual inundación, con un sobrecimiento de concreto simple se tiene un índice de daño de 7.20, con una base de ladrillo un 34.50 y con un muro tarrajado un 55.10, como conclusión las unidades de adobe propuestas obtuvieron mejor comportamiento por medio de la utilización de un sobrecimiento de 0.25 m, sin embargo, el costo se incrementó en un 60% - 70%.

Como **antecedentes internacionales** se tiene a Gilberto Carlos, Alcindor Mónica y Correia Mariana (2018) en el **artículo de investigación** titulado “**Arquitectura tradicional de tierra en Europa: Un patrimonio de entramado y encastado, adobe, tapia y pared de mano**” tiene como objetivo principal es describir la tradición en las técnicas de tierra al norte y noreste europeo, la metodología de diseño no experimental y se basa en técnicas de recolección de datos cómo la observación insitu, entrevistas, cuestionarios y revisión de bibliografía, los resultados indican la existencia de varios módulos de tierra excepto en zonas industriales en las áreas europeas, las civilizaciones que trabajaron con este material presentan mayor enraizamiento con las costumbres, las conclusiones los sistemas industriales conllevan a la construcción de edificaciones con materiales mecanizados, mientras que en las comunidades locales aún prevalecen en las construcciones de tierra, las mismas en las que prevalece la agricultura y se recomienda la conservación preventiva de este tipo de construcciones.

Según Rivera Salcedo Hernán, Valderrama Gutiérrez Omar, Daza-Barrera Ángel y Plazas Jaimes Gerson (2021) en el **artículo de investigación** titulado “**Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nuchía, Casanare(Colombia)**” tiene como **objetivo** la investigación del adobe en los municipios de las localidades de Nunchia y Pore, la metodología son la observación directa y la realización de ensayos de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas, los resultados obtenidos por medio de las entrevistas determinaron que además de tierra y agua el aditivo más utilizado es el pasto y se seca con el sol también que los principales causas de daño a este tipo de construcciones son la falta de cimientos, las altas temperatura. El abandono de este tipo de construcciones se debe a que los materiales industrializados son más eficientes ante la erosión. Las carteristas físicas son una composición franco-areno-arcillosa y distribuidas en un 47% arenas, 28% arcillas y 25% limos realizado por el ensayo

de Bouyoucos, la textura es gruesa. Las propiedades químicas son de un Ph de 4.68. Las propiedades mecánicas en relación a la resistencia a la compresión se alcanzaron un 8.55 kg/cm<sup>2</sup> y las conclusiones son que las propiedades estructurales son determinadas a través de la caracterización física, mecánica y química teniendo en consideración el tipo de suelo, los aditivos naturales y otros.

Según Jorquera Silva Natalia (2017) en el **artículo de investigación** titulado **“Culturas constructivas que conforman el patrimonio chileno construido en tierra”** donde se tiene el objetivo de analizar las técnicas constructivas del adobe en base al ambiente y a la cultura, la metodología es de nivel descriptivo con recolección de datos de fuentes confiables, las conclusiones son que el patrimonio arquitectónico elaborado con tierra representan en si un medio de conocimiento y los profesionales y entidades locales deben continuar investigando para salvaguardarla. La comprensión de este tipo de construcciones y a su valor deben tener directrices para regular su intervención en todo nivel y como recomendaciones se tiene que las instituciones públicas deberían continuar con las investigaciones de caracterización de este tipo de construcciones. Continuar con su estudio ya que son de vital importancia para la toma de acciones tanto en edificaciones, casonas o construcciones antiguas.

Según Gómez Francisco Javier, Mileto Camilla, Vegas Fernando y García Lidia (2017) en el **artículo de investigación** titulado **“Procesos patológicos en muros de adobe: panorama general de los mecanismos de degradación del adobe en la arquitectura tradicional española”** donde se tiene el objetivo de identificar los procesos patológicos frecuentes en construcciones de adobe, la metodología es de nivel descriptivo recolectando una amplia base de datos que incluyen más de cuatrocientas fotos de la arquitectura en base al adobe de las cuales se han identificado el tipo de falla para su posterior análisis, los resultados encontrados condujeron a la clasificación de lesiones en: erosión por la acción atmosférica, degradación en la base del muro, erosión en la corona del muro, degradación en la superficie del muro, agentes biológicos, lesiones por la acción de animales y vegetación y degradación por errores estructurales del edificio, las conclusiones gran parte de las construcciones con este tipo de material se encuentra abandonadas ello debido a la presencia de materiales modernos con mayor

resistencia como los ladrillos que remplazan este material y se presentan marcadamente en nuevos núcleos urbanos. Este tipo de construcciones necesita de atención frecuente debido a la susceptibilidad a la erosión y como recomendaciones sugiere la posibilidad de reavivar este sector de la construcción que beneficiaría al desarrollo de la arquitectura.

Según Guerrero Baca Luis Fernando (2020) en el **artículo de investigación titulado “The Use of Cob in the Intervention of Adobe Construction Components”** donde se tiene el objetivo de la investigación es el análisis de los procesos para la restauración y la conservación de las construcciones en base a dotas, la metodología es de nivel experimental ya que se manipularan las variables de la investigación mejorando con cal las unidades de adobe, los resultados fueron una mejoría en la compresión y retracción del adobe con lo que se mejoró las capacidades a la intemperización mediante la preparación de tierra compactada, las conclusiones la tierra compactada obtuvo mejores resultados respecto al tratamiento habitual de los adobes, además contribuye a una mejora en la protección superficial recomendaciones la granulometría de los componentes de los agregados de la mezcla tienen relación con la durabilidad del elemento, se recomienda tener un mantenimiento preventivo en las estructuras de tierra, actualmente la búsqueda de alternativas de mejoramiento han sido abandonadas y han sido remplazados por materiales mecanizados.

El fundamento teórico de la presente investigación es a fin a las variables planteadas.

La **fundamentación teórica** es una etapa importante en la investigación, ya que, se descubren los fundamentos plasmando los argumentos y problemas relacionados a la investigación, ello con la finalidad de entender y tener idea del tema de investigación (Svincki, 1998, párr. 1).

**El adobe:** Según Gama *et al.* (2012, párr. 18), es la unidad de albañilería producto de la mezcla con paja, arena gruesa y arcilla modelada en forma de un ladrillo (párr. 16).

Las construcciones de adobe reducen el impacto ambiental, esta técnica de construcción valora los materiales locales, sin necesidad del uso de materia prima

industrial lo que promueve su uso social en relación al medio ambiente (Hamard, Razakamanantsoa y Claude, 2016, párr. 1).

Según Laborel *et al.* la tierra es cada vez más estudiada debido a las ventajas ambientales y al fácil acceso de sus componentes como las fibras de plantas que se le añaden para optimizar su rendimiento. Existen gran cantidad de aditivos posibles para su mejoramiento que aumentan sus características, pero deben ir en la misma línea de ahorro de energía y con un sentido renovable (2016, párr. 2).



**Figura 1.** Bloqueta de Adobe

*Fuente: Elaboración propia.*

**Las proporciones de los componentes** para Rivera (2021, p. 6), en la producción de bloques de adobe se realiza con una mezcla apropiada entre tierra, paja y arcilla la que debe ser moldeada en estado plástico para posteriormente ser secada al aire. La tierra arcillosa debe estar limpia de materia orgánica y seca en proporción 31% del total, la tierra arenosa en un 45%, limo en un 24%.

**Componentes y proceso de fabricación del adobe**, se evalúa la tierra que se usa para la elaboración de adobes es fina y no contiene material grueso como piedras o grava. Debe contener arcilla para proporcionar cohesión, pero en una proporción media porque de tener bastante provocaría fisuramiento excesivo, se mezcla con paja para disminuir la retracción del mismo. La fabricación se realiza mezclando la tierra, fibras y agua dejando reposar por un par de horas, se vacían

sobre moldes de madera, debe tener una consistencia plástica, después desmoldar y dejarlo curar en el exterior (Rivera, 2012, párr. 27).



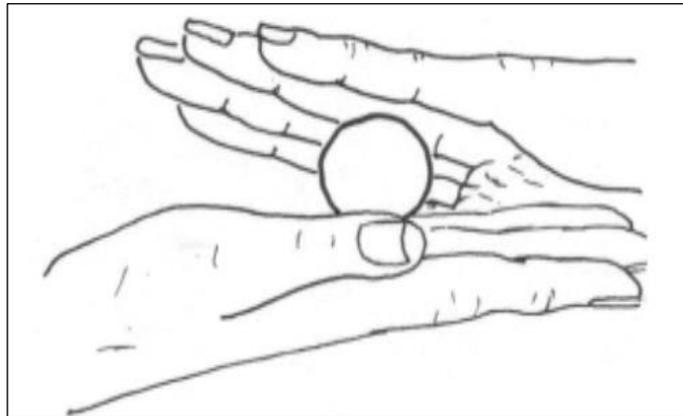
**Figura 2.** Elaboración de Adobe  
*Fuente: Elaboración propia.*

**Ventajas de la construcción con adobe,** las principales ventajas de este tipo de construcciones radican en la facilidad de elaboración de unidades de adobe, pues sus componentes son obtenidos de manera natural como lo son la tierra y la paja, del mismo modo se tiene la simplicidad en su ejecución. El uso de los materiales es amigable con el medio ambiente debido a la baja emisión de CO<sub>2</sub> en comparación con otro tipo de construcciones de la ciudad (Sharif, 2020, p. 17).

**Características físicas y Mecánicas del adobe:** Según Rivera (2012, párr. 33), los ensayos determinan las características físicas y mecánicas del adobe. Dentro de las propiedades físicas encontramos la composición granulométrica, contenido de humedad, límites líquido y plástico y peso específico esto en muestras de diferente composición. Las características mecánicas más representativas son determinados por ensayos de compresión y tracción.

**Ensayos insitu:** Se debe evaluar los materiales mediante ensayos previos como lo es el de “Cinta de barro” que consiste en tomar una muestra humedad y hacer un cilindro de aproximadamente 12 mm, si alcanza un promedio de 20 a 25 cm el suelo es muy arcilloso y si no llega a los 10 cm el suelo es de poco contenido de arcilla. Del mismo modo la prueba “Resistencia Seca” que consiste en tomar una

muestra humedad del material y preparar esferas con la mano, dejar secar por 48 horas y luego presionar, si la muestra no se agrieta es apta, pero si al presionar la muestra se quiebra el material es de escasa arcilla (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017, p. 20).



**Figura 3.** Prueba de presencia de Arcilla – Paso 1  
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017.



**Figura 4.** Prueba de presencia de Arcilla – Paso 2  
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017.

**Los Polímeros:** Son materiales que existen desde el origen de la vida, formados por cadenas moleculares repetidas. Con el origen de la industria y a partir del procesamiento del petróleo crudo es que el hombre ha aprovechado este material para la elaboración de herramientas y objetos de uso cotidiano (Young y Lovell, 2011, párr. 1).

Las fibras de polímero sintético se procesan a partir de materiales como nylon, polietileno y polipropileno. Estas fibras tienen importantes propiedades de resistencia a la tensión. Las fibras sintéticas de polipropileno son de tipo monofilamento con buenas propiedades para su adición en mezclas de mortero

aumentando la resistencia y la tenacidad, además de ayudar a la cohesión de la mezcla (Mendoza, Aire y Dávila, 2011, párr. 7).



**Figura 5.** Fibra de Polímero Reciclado

*Fuente: Elaboración propia.*

**Clasificación de polímeros:** Los polímeros pueden ser clasificados por su origen en: Naturales o sintéticos, los primeros son sustancias producidas por seres vivos y en los polímeros de origen sintético son creadas por el hombre y se sub dividen en elastómeros, plásticos y fibras. Dentro de los plásticos encontramos al polietileno (PE), Polipropileno (PP), poliestireno (PS), policloruro de vinilo (PVC) y politetrafluoroetileno (Teflón). El polipropileno se utiliza en fibras para cuerdas o en la textilería así como empaques para alimentos (Carrasquero, 2004, p. 51).



**Figura 6.** Adición de polímeros al adobe

*Fuente: Elaboración propia.*

**Fibra de lana:** Es un elemento alargados de bastante demanda producidas por animales químicamente por la proteína queratina las características de esta varían según la raza del ovino. El diámetro de las fibras se mide en micras siendo un promedio entre 12 – 120 micras de diámetro con una longitud promedio de 20 y 350 mm. (Holman y Malau, 2012, párr. 4).

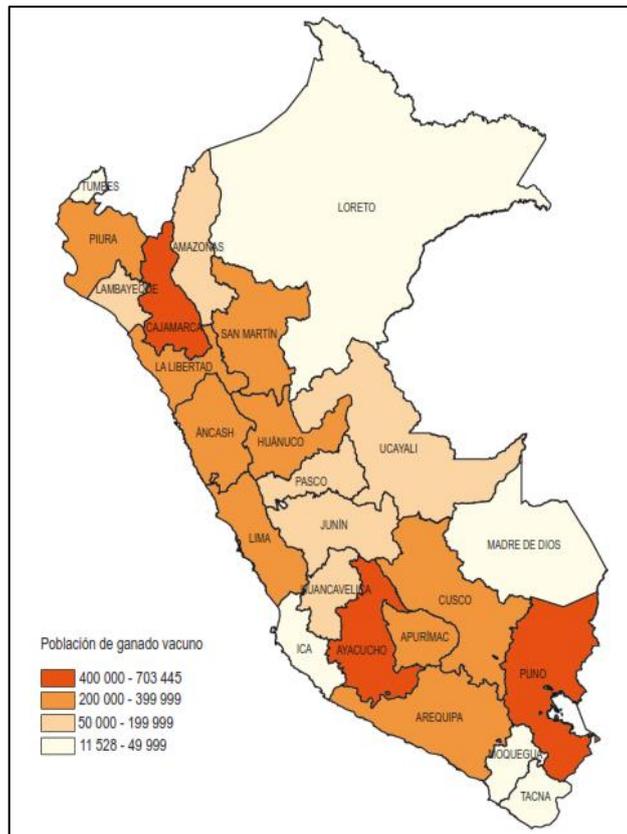


**Figura 7.** Fibra de Lana  
*Fuente: Elaboración propia.*

**Las características de la lana,** La lana tiene propiedades de extensibilidad soportando considerables esfuerzos de tensión, elasticidad, ya que, tiene la propiedad de deformarse y volver a su estado anterior dentro de límites del material, higroscopicidad, que es la capacidad de absorber humedad y, por último, flexibilidad que es la capacidad de estirarse sin romperse siendo mayores sus propiedades a otras fibras naturales como la seda y el algodón (Holman y Malau, 2012, párr. 4).

**La lana en el Perú** tiene bastante significativa, especialmente la del ovino siendo un componente de la economía desde épocas coloniales. Actualmente los ovinos se concentran en los andes peruanos y la lana es el producto de mayor tendencia por los productores (Orlove, 1977, p. 21).

Según el Censo Nacional Agropecuario del INEI (2012), se tiene una población de ovinos en el Perú de 9,341,721, en la región de Apurímac 501,492 cabezas de ovinos.



**Figura 8.** Departamentos de mayor concentración de ovinos  
*Fuente: Censo Nacional Agropecuario del INEI, 2012.*

El **ensayo de análisis granulométrico** es la medición del tamaño de las partículas de los granos de un material agregado, además el cálculo de la cantidad en cada uno de los tamices acorde al tamaño de sus agujeros y que se ordenan de manera descendiente (Chávez *et al.* 2017, párr. 21).

Según la norma ASTM D422 (2007) consiste en la gradación de los agregados y con los resultados se determina la distribución de sus partículas representándose mediante una curva granulométrica. El procedimiento consiste en, una vez recolectada la muestra de agregados, mezclar y cuartear la muestra para la realización del ensayo se pesará y secará a temperatura ambiente, posteriormente se pasará por el juego de tamices de mayor a menor abertura, agitar los tamices por un periodo tal que al final no exista más del 1% de residuo y determinar la masa de medida en la balanza electrónica, finalmente calcular el porcentaje que pasa cada tamiz.

Los aparatos para la realización de dicho ensayo serán:

- Balanzas con aproximación a 0.1 gr.

- Juegos de tamices
- Agitador mecánico de tamices
- Un horno de 110°C±5°C
- Taras metálicas



**Figura 9.** Juego de Tamices  
*Fuente: Elaboración propia.*

Los **ensayos de límites de consistencia**, según la norma ASTM D-43318 (2018) consiste en el cálculo del límite líquido y plástico. El límite líquido o “LL” es el porcentaje del contenido de humedad de un suelo en el que se encuentra en el límite de los estados semi líquidos y plásticos. El límite plástico o “LP” es porcentaje de contenido de humedad en el que un suelo se halla entre los estados semisólido y plástico. Por último, el índice de plasticidad o “IP” es la relación de humedad en el que un suelo se comporta plásticamente.

- Cuchara de Casagrande
- Balanza
- Tamiz N° 40
- Espátula
- Placa de vidrio
- Taras

- Base de vidrio
- Horno de 110°C±5°C.
- Taras

El ensayo de **Resistencia a la tracción** es una propiedad mecánica de los materiales, se efectúan en probetas y sirve para cuantificar la durabilidad y comportamiento ante un esfuerzo de tracción. La probeta se somete a cargas puntuales en ambas caras hasta la rotura (Ortiz, 2007, p. 21).

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017, p. 15) el procedimiento para determinar la resistencia a la tracción se realiza mediante el ensayo brasileño o tracción indirecta, la resistencia mínima que deben alcanzar las muestras es de 0.81 kg/cm<sup>2</sup>; además, se realizaron en 06 probetas siendo el promedio de las cuatro mejores mayores a la resistencia ultima indicada.



**Figura 10.** Ensayo de resistencia a la tracción

*Fuente: Elaboración propia.*

El **ensayo de Resistencia a la compresión**, según la ASTM (2003), es la propiedad mecánica de los materiales y es la capacidad de este elemento de soportar una carga uniaxial (kg) por unidad de área (cm<sup>2</sup>) se obtiene mediante la división de la carga máxima entre el área de la sección de la probeta y se expresa en kg/cm<sup>2</sup>, MPa o PSI. Esta medición se hacer para controlar la calidad de los materiales.



**Figura 11.** Máquina de Ensayo a la Rotura  
*Fuente: Elaboración propia.*

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017, p. 15), la resistencia a la compresión se efectúa en cubos de adobe de 10 cm. La resistencia mínima de 1.0 MPa o 10.2 kg/cm<sup>2</sup> para lo cual se solicita un mínimo de 6 ensayos y el promedio de las cuatro mejores mayores a esta resistencia solicitada.

## **DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

**Propiedades Mecánicas:** Son aquellas propiedades que influyen sobre las resistencias mecánicas bajo la aplicación de fuerzas o cargas. Las principales son la resistencia a la tracción, compresión, torsión y tenacidad (Caballero, 2017, p. 2).

**Propiedades físicas:** Son las propiedades de los materiales que no utilizan equipos mecánicos y sin que haya cambio en su estructura. Las principales propiedades físicas son densidad y porosidad junto a la dureza, peso, granulometría, alabeo, masa y peso específico (Rivera, 2012, párr. 35).

**Arriostre:** Es el refuerzo dado a la construcción para mejorar su comportamiento frente a la aplicación de cargas o fuerzas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017, p. 14).

**Sistema constructivo de adobe:** Está compuesto por muros arriostrados y formados por bloquetas de adobe (Rivera, 2012, párr. 9).

**Coefficiente de absorción de agua:** La absorción de agua de las bloquetas de adobe debe ser la mínima posible para evitar deterioro o desintegración (Turkmen, Ekinci, Kantarci, Talha, 2018, párr. 16).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación de tipo aplicada o también conocida como practica se caracteriza por la utilización de conocimientos obtenidos de la teoría llevando esta a la practica en base a la investigación de modo que el uso de este conocimiento a diferencia de la investigación pura que solo busca expandir el conocimiento teórico (Baena, 2017, p. 32).

El tipo de investigación es **aplicada**, se ejecutó mediante la aplicación de conocimientos teóricos a una situación practica en específico y se buscó de resolver los problemas concretos en circunstancias específicas siendo dirigida a la aplicación inmediata y no solo a la expansión teoría.

Según Baena (2017, p. 33) La investigación de tipo experimental busca proporcionar un manejo en las variables en una situación o condición controlada con la finalidad de describir dicha situación.

El presente trabajo de investigación es de **diseño experimental**, ya que se hizo la manipulación de variables.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

**3.2.1. Variable Independiente:** Se considera al Polímero reciclado y Fibra de lana como las variables independientes.

**Definición Conceptual:** Los polímeros son materiales formados por compuestos químicos obtenidas a partir del petróleo crudo o gas natural del que los termoplásticos son la familia fácilmente reciclable (Flores, 2009, p. 5).

La fibra de lana son elementos alargados producidas por animales como los ovinos y químicamente formados por la proteína queratina, siendo una de las principales fuentes renovables usada en el sector textil y en la agricultura (Allafi, Sohrab, Lalung, Marwan y Salehabadi, 2020, párr. 1).

**Definición Operacional:** Elementos que se adicionaran a las unidades de adobe tradicional. Influirán en las propiedades físicas y mecánicas, es decir, sobre la variable dependiente.

**3.2.2. Variable Dependiente:** Propiedades del adobe.

**Definición Conceptual:** Las propiedades mecánicas determinan el comportamiento de los materiales bajo la aplicación de fuerza, las principales son

la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción los que se miden en kg/cm<sup>2</sup> o PSI (Instituto de Física, 2020, párr. 1).

**Definición Operacional:** Son las propiedades que se modificarán en base a la variable independiente y serán cuantificadas mediante la realización de ensayos de laboratorio.

### 3.2.3. Matriz de Operacionalización de Variables, Indicadores y Escala de Medición

(ANEXO 02)

### 3.3. Población, Muestra y Muestreo

#### 3.3.1. Población

La población es el conjunto de individuos delimitado que cumple con una serie de características o casos específicas en base al proyecto de investigación es igual al espacio muestral (Baena, 2017, p. 57)

La población del estudio son 63 unidades de adobe de las que 42 unidades son de adobe con aditivo y 21 unidades patrón realizados con material seleccionado de la zona de Curahuasi – Abancay – Apurímac.

Las proporciones de polímero reciclado y fibra de lana serán en 0.5% y 1% para los ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, granulometría y permeabilidad, se tendrá una muestra patrón.

**Tabla 1.** Población

Ensayo	Muestra Patrón	Adobes con Aditivo		Sub Total
		0.5%	1%	
Resistencia a Compresión	6	6	6	18
Resistencia a Tracción	6	6	6	18
Succión	3	3	3	9
Variación Dimensional	3	3	3	9
Alabeo	3	3	3	9
PARCIAL	21	42		63
TOTAL	63			

*Fuente: Elaboración propia.*

El investigador tiene que delimitar las características que deben cumplir los especímenes para incluir o excluir o eliminar de la población (Arias, Villasis y Miranda, 2016).

**Tabla 2.** Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterio de Inclusión	Criterio de Exclusión
Cumplir con el ensayo Insitu “Cinta de Barro”	No cumplir con el ensayo Insitu “Cinta de Barro”
Cumplir con el ensayo Insitu “Presencia de Arcilla”	No cumplir con el ensayo Insitu “Presencia de Arcilla”

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.3.2. Muestra:

La muestra de tipo censal establece que el estudio se realizara en el total de la población (Baena, 2017, p. 99).

La muestra es de **tipo censal** abarcando las 63 unidades de adobe mejorado y unidades patrón de toda la población.

### 3.3.3. Muestreo:

Al considerarse una muestra censal, no corresponde el muestreo, ya que, se han considerado todas las unidades para el estudio sin discretización de población.

## 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

### 3.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica es el medio de recolección de la información. La observación consiste en estar a la mira detenidamente sin intervenir ni alterar los resultados recolectados (Baena, 2017, p. 83).

Para la recopilación de datos se emplea la **técnica de observación directa**.

### 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento es la herramienta para recolectar, procesar y registrar la información por parte del investigador pudiendo ser cuantitativos o cualitativos (Baena, 2017, p. 84).

El **instrumento utilizado son las fichas de recopilación de datos** las cuales fueron aprobadas anteriormente y utilizadas en este tipo de ensayos. Los instrumentos son de acuerdo a la tabla 03.

**Tabla 3.** Instrumentos de Investigación

Características	Ensayos	Instrumentos
PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a la Compresión	Formato NTP 399.613
	Resistencia a la tracción	Formato NTP 399.084
PROPIEDADES FÍSICAS	Succión	Formato NTP 399.613
	Variación Dimensional	Formato NTP 399.613
	Alabeo	Formato NTP 399.613

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.4.3. Confiabilidad

Para Baena (2017), la confiabilidad en la investigación de un instrumento de medición se determina mediante diversos procedimientos para calcular su confiabilidad los que utilizan fórmulas que producen coeficientes de confiabilidad y que oscilan entre 0 y 1, donde 0 significa la nula confiabilidad y 1 el máximo.

La confiabilidad del proyecto de investigación son las calibraciones del laboratorio de los equipos. (ANEXO 05)

### 3.4.4. Validez

La validez del presente proyecto está sustentada por la aprobación de expertos en la especialidad correspondiente. Dicho juicio de expertos esta constituido por 3 Ingenieros Civiles los que calificaron los instrumentos de recolección de datos. (ANEXO 07)

**Tabla 4.** Validación de los instrumentos

N°	Grado Académico	Nombres y Apellido	CIP	Dictamen
1	Ingeniero Civil	Edwin Luque Huanca	81492	Aprobado
2	Ingeniero Civil	Andrés Mamani Quispe	128266	Aprobado
3	Ingeniero Civil	Edilson Huanca Salazar	266128	Aprobado

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.5. Procedimientos

Primero, la **concepción de la idea de investigación** se planteó a partir de la realidad problemática en la zona de estudio, la vigencia que tienen las construcciones de adobe y considerando diversos estudios de instituciones

nacionales como el instituto de Geología del Perú y datos del INEI en los que se muestran las vulnerabilidades ante un eventual desastre natural.

Segundo, la **revisión bibliográfica** inició con la recopilación de toda la información relacionada al tema. Se recaban artículos científicos, tesis de postgrado y artículos de revistas de fuentes confiables como antecedentes a la investigación. Se examinó la normatividad correspondiente al material de construcción Adobe, a fin de establecer el marco de la experimentación.

Tercero, se estableció **la estructura de la investigación** como lo son **el tema de investigación, problemas** generales y específicos, los **objetivos e hipótesis**. Se establece como **variable independiente** al polímero reciclado y la fibra de lana de oveja, materiales de fácil obtención, ello con la finalidad de seguir los lineamientos del adobe tradicional el cual presenta ventajas económicas y de fácil accesibilidad en los componentes del adobe. Las **variables dependientes** están en relación a las propiedades físicas y mecánicas que se pretenden mejorar, las que se determinan mediante ensayos de laboratorio como el ensayo de resistencia a la compresión, ensayo de resistencia a la tracción y ensayo de succión. Se determinó un diseño experimental en un nivel explicativo como **metodología de la investigación**.

Se hizo la **recolección del material** fibra de lana y polímero reciclado. La fibra de lana fue recolectada de ovinos de la zona en estudio, específicamente de la raza criolla que es la de mayor prevalencia en la región de Apurímac y en Perú. El polímero reciclado fue obtenido a partir de las bolsas de material de polipropileno o seca reusada las que son de uso común para el traslado de papas o carga, este último fue picado en fibras de 10 cm. El material agregado fue extraído de la cantera Curahuasi de un estrato superficial y de la cual los mismos pobladores hacen uso para elaborar sus adobes artesanales. Se realizó los ensayos IN SITU establecidos en la norma E.080, donde el agregado debe cumplir con una óptima relación entre arena y arcilla.

Cuarto, se inicia con el **trabajo en campo**, se elaboró los moldes para las bloquetas de adobe tomando consideración de la normativa E.080 donde se recomienda un alto entre los valores 8 a 12 cm y una relación entre el ancho y el largo de 1 a 2. Se

prepara la mezcla patrón mezclando arcilla, arena, paja y los porcentajes de aditivo correspondiente: polímero reciclado y fibra de lana. Este se elabora de la misma manera artesanal en la que se elaboran en la localidad de Curahuasi – Apurímac. Se realizan las unidades de adobe con aditivo de 0.5% y 1% de polímero reciclado y fibra de lana respectivamente.



**Figura 12.** Elaboración de bloquetas de adobe con aditivos

*Fuente: Elaboración propia.*

Se procede a colocar el material sobre el molde de madera de dimensiones 15 cm x 30 cm x 12 cm. Ello en cumplimiento de los parámetros establecidos en dicha norma, la altura oscila en un mínimo de 8 cm y un máximo de 12 cm, respecto al largo y ancho la norma establece el doble de largo respecto al ancho. El material debe ser desmoldado una vez asentado el material para evitar fisuramiento, se procede a dejar secar la muestra por 28 días. Por último, las unidades de adobe fueron llevadas al **laboratorio** para la realización de los ensayos pertinentes, también se registró el peso total de la unidad de adobe, el porcentaje de dosificación, peso del polímero reciclado y fibra de lana.



**Figura 13.** Adobes en cubos de 10 cm  
*Fuente: Elaboración propia.*

Se realizaron los ensayos de granulometría y límites de consistencia, para el primero se llevó muestra seca al laboratorio y se realizó el tamizaje por las correspondientes mallas 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", 4, 8, 10, 16, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100 y 200 y el registro en los formatos de recolección, por último, la realización de la curva granulométrica.

La realización del ensayo de límites de consistencia inicio con la determinación de contenido de humedad, donde primero se hizo el secado de la muestra a temperatura ambiente para facilitar su zarandeo, posteriormente se pasa por la malla correspondiente y pesar obtenido el peso del suelo húmedo, luego se lleva al horno para después obtener el peso del suelo seco y hallar el porcentaje de humedad. Para el cálculo de los Límites de consistencia, el material será saturado y se amoldó en una lámina de vidrio y se llevara a equipo de Casagrande donde después de contabilizar el número de golpes se formarán cilindros para su cálculo de Límites líquidos, plasticidad y Índices de plasticidad.

Los ensayos para el análisis de las **propiedades físicas** corresponden a cálculo de variación dimensional, alabeo y succión.

El ensayo de succión se realizó conforme a las NTP 399.613. Primero se llenó una bandeja metálica con agua se colocan cubos metálicos de 2x2 cm dentro de la misma, encima se colocaron las bloquetas patrón y con aditivos al 0.5% y 1%. Se

procede a medir el peso del agua inicial para después colocar el adobe por encima de los cubos metálicos, se registrará 1 minuto de succión para después retirar el adobe y pesar el agua restante. La diferencia de agua inicial y final será la absorción obtenida.

Para la realización del ensayo se hizo uso de los siguientes materiales: bandeja metálica, cubos de acero de 2x2 cm, balanza electrónica y cronometro.



**Figura 14.** Ensayo de Succión

*Fuente: Elaboración propia.*

Se realizo en ensayo de alabeo en las muestras de adobe patrón y con aditivos al 0.5% y 1% siguiendo los lineamientos establecidos en la NTP 339.613 correspondiente. Primero se hizo uso del vernier y una regla metálica para realizar la medición de las dimensiones correspondientes a la altura, el ancho y el largo para posteriormente identificar las superficie cóncava o convexa y medir su distorsión para después registrar los datos en las fichas de recopilación de datos.

Para la realización del ensayo de variación dimensional se considera lo especificado en la NTP 399.613 con un vernier y regla metálica se hizo medición de las dimensiones de las bloquetas del adobe patrón y en los adobes con aditivos y se procedió a registrar los datos un numero de 4 lecturas por cada lado.



**Figura 15.** Ensayo de Variación Dimensional  
*Fuente: Elaboración propia.*

Los ensayos para el análisis de **propiedades mecánicas** se realizaron en base a los indicados en la norma E.080.

Para la realización de los ensayos de compresión se hizo la rotura de cubos de 0.1 m de arista según la norma E.080 misma que indica la resistencia mínima es de 1.0 Mpa o 10.2 kg/cm<sup>2</sup> y además establecer que la cantidad mínima es de 06 unidades y que el promedio de las 4 mejores de 6 superen la resistencia última. Se ensayaron (06) unidades para cada una de los tipos de muestra (patrón, 05% y 1% de aditivos). Se procedió a hacer la rotura de las muestras y a registrar los valores obtenidos.



**Figura 16.** Rotura de bloques de adobe  
*Fuente: Elaboración propia.*

El ensayo de resistencia a la tracción se realizó con las unidades de adobe cilíndricas, las unidades de adobe fueron llevadas a la máquina de rotura y donde

conforme a lo establecido en la norma ASTM C 496 se procedió a realizar la rotura y registrar la carga última. Conforme a la norma E.080 se superó la resistencia mínima a la tracción es de 0.8 MPa o 8.02 Kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 17.** Máquina de Ensayo a la Rotura  
*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.6. Método de Análisis de Datos

Para la investigación se eligió un proceso de análisis de datos recabado de **tipo estadística inferencial** que están dentro de un enfoque cuantitativo ya que incluye tanto la observación y el tratamiento numérico para la obtención de conocimiento de la población que interesa. El método que se uso para el tratamiento de los datos paramétricos es ANOVA o Análisis de varianza, este método se emplea para validar la hipótesis.

### 3.7. Aspectos Éticos

La investigación tiene un sentido ético en la elaboración del proyecto porque se respeta la autoría de las fuentes de investigación y el cumplimiento de las normativas presentadas por la norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones de modo que se garanticen resultados acordes a la realidad.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las PRUEBAS INSITU para la selección del material agregado, cinta de barro y resistencia seca, determinaron la óptima relación entre arena y arcilla conforme a lo especificado en la norma E.080.

Se realizaron ambos ensayos en el agregado para la elaboración de las bloquetas de adobe patrón y con la adición de aditivos fibra de lana y polímero reciclado.

**4.1. Cinta de Barro:** La tabla 5 muestra la óptima relación alcanzada entre la arena y arcilla para su uso en la elaboración de bloquetas de adobe, según lo establecido en la norma E.080, norma de diseño y construcción con tierra reforzada.

**Tabla 5.** Prueba cinta de barro

Longitud de la cinta de barro		
< 10 cm	11.00 cm – 19.00 cm	20 cm - 25 cm
	X	
Poco contenido de arcilla	Óptimo contenido de arcilla	Suelo muy arcilloso

*Fuente: Adaptación de NTP E.080.*

El resultado obtenido es una longitud de los cilindros de barro con una longitud entre 11 y 19 cm por lo que tiene un contenido óptimo de arcilla y arena mediante métodos empíricos.

**4.2. Resistencia Seca:** Se realizó la prueba insitu “Resistencia Seca” en la tabla 6 se muestran los parámetros establecidos conforme a la norma técnica E.080.

**Tabla 6.** Prueba Resistencia seca

No se rompe la esfera de adobe	Si se rompe la esfera de adobe
X	
Tiene buena presencia de arcillas	Falta de arcilla en la mezcla

*Fuente: Adaptación de NTP E.080.*

Se concluye que la muestra es apta para su uso como agregado para la elaboración de bloquetas de adobe al tener buena presencia de arcillas según los ensayos IN SITU.

Los resultados de los ENSAYOS EN LABORATORIO realizados en las bloquetas de adobe patrón y con adición de fibra de lana y polímero reciclado incluyen: límites

de consistencia, la granulometría, succión, alabeo, variación dimensional, resistencia a la compresión y resistencia a la tracción.

**4.3. Ensayo de Granulometría:** Los resultados obtenidos en la clasificación del agregado por el tamaño de sus partículas se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7.** Ensayo de Granulometría

Tamices	Abertura	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasante
3"	75.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
2"	50.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1"	25.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	9.50	22.20	1.11%	1.11%	98.89%
1/4"	6.30	0.00	0.00	1.11%	98.89%
No 4	4.75	21.36	1.07%	2.18%	97.82%
No 8	2.36	0.00	0.00	2.18%	97.82%
No 10	2.00	43.12	2.16%	4.33%	95.67%
No 16	1.18	0.00	0.00	4.33%	95.67%
No 20	0.85	71.64	3.58%	7.92%	92.08%
No 30	0.60	0.00	0.00	7.92%	92.08%
No 40	0.43	159.64	7.98%	15.90%	84.10%
No 50	0.30	166.80	8.34%	24.24%	75.76%
No 60	0.25	0.00	0.00	24.24%	75.76%
No 80	0.18	0.00	0.00	24.24%	75.76%
No 100	0.15	417.64	20.88%	45.12%	54.88%
No 200	0.08	287.64	14.38%	59.50%	40.50%
Base		809.96	40.50%	100.00%	0.00%
Total		2000	100.00%		
% Perdida		40.50			

*Fuente: Elaboración propia.*

- El tamiz N° 04 tiene como pasante el 97.82% de la muestra.
- El tamiz N° 200 tiene como pasante el 40.50% de la muestra.

**4.4. Límite de Atterberg:** Para la determinación de los límites de consistencia se realizó el cálculo del contenido de humedad, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

**Contenido de humedad:** Los resultados del contenido de la humedad en el agregado se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8:** Contenido de Humedad

Descripción	Unidad	Resultado
Suelo Húmedo + Tara	gr.	358.29
Suelo Seco + Tara	gr.	329.51
Peso De La Tara	gr.	60.05
Peso Del Agua	gr.	28.78
Peso Del Suelo Seco	gr.	269.46
Humedad %	%	10.68

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de humedad obtenido es de 10.68%.

**Límite Líquido:** Los resultados obtenidos tras los ensayos en laboratorio para la caracterización de límites se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 9:** Límite Líquido (LL)

Descripción	Unidad	A	B
Suelo húmedo + Tarro	gr.	33.93	30.42
Suelo Seco + Tarro	gr.	29.93	27.36
Peso del Tarro	gr.	18.77	18.66
Peso del Agua	gr.	4.00	3.06
Peso del Suelo Seco	gr.	11.16	8.70
Humedad %	%	35.84	35.17
N° de golpes	N°	30	30
Límite Líquido %		36.30	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla mostrada se realizó el ensayo de Límite Líquido y se obtiene un LL de 36.30% a los 30 golpes.

**Límite plástico:** Se muestran los resultados alcanzados tras la realización de los ensayos en laboratorio:

**Tabla 10.** Límite Plástico (LP)

Descripción	Unidad	LL. 1	LL. 2
Suelo húmedo + Tarro	gr.	12.92	12.88
Suelo Seco + Tarro	gr.	11.66	11.57
Peso del Tarro	gr.	6.25	6.11
Peso del Agua	gr.	1.26	1.31
Peso del Suelo Seco	gr.	5.41	5.46
Humedad %	%	23.29	23.99
Límite Plástico %		23.64	
Índice Plástico (%) = 12.66			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla mostrada se obtuvieron los resultados de los ensayos de Límites y se obtiene 23.64% en límite plástico. El tipo de suelo para la clasificación SUCCS es SC resultado óptimo para su uso en la elaboración de bloquetas.

Los resultados de los ensayos en laboratorio para caracterizar las PROPIEDADES FÍSICAS de los adobes patrón y con aditivo son los siguientes:

#### 4.5. Ensayo de Succión

Se realizó el ensayo de succión de las bloquetas de adobe de muestra patrón y con aditivos en las dosificaciones de 0.5% y 1% del peso, teniendo un total de 3 ensayos por cada una de las dosificaciones y un acumulado de 9 ensayos.

En la tabla 11, 12 y 13 se muestra los resultados registrados del ensayo de succión en la muestra patrón, con aditivo al 0.5% y 1% respectivamente.

**Tabla 11.** Resultados del ensayo de succión del Adobe Patrón

Esp.	Largo	Ancho	Peso Seco	Peso Saturado	Área	Succión
			gr	gr		
1	31.70	16.15	9743	9780	511.96	14.45
2	31.89	16.39	9670	9709	522.68	14.92
3	31.62	16.19	9817	9851	511.93	13.28
Promedio						14.22

*Fuente: Elaboración propia.*

En el ensayo de succión de la muestra patrón se obtiene un promedio de 14.22 gr/min/200cm<sup>2</sup>.

**Tabla 12.** Resultado del ensayo de succión de adobes con aditivo al 0.5%

Esp.	Largo	Ancho	Peso Seco	Peso Saturado	Área	Succión
			gr	gr		
1	31.65	15.86	9775	9807	501.97	12.75
2	31.52	15.86	9778	9811	499.91	13.20
3	31.51	15.95	9785	9818	502.58	13.13
Promedio						13.03

*Fuente: Elaboración propia.*

En el ensayo de succión del adobe con adición de polímero reciclado y fibra de lana al 0.5% del peso de la bloqueta se obtiene un promedio de 13.03 gr/min/200cm<sup>2</sup>.

**Tabla 13.** Resultado del ensayo de succión de adobes con aditivo al 1%

Esp.	Largo	Ancho	Peso Seco	Peso Saturado	Área	Succión
			gr	gr	cm <sup>2</sup>	gr/min/200cm <sup>2</sup>
1	31.53	16.14	9409	9438	508.89	11.40
2	31.52	16.40	9389	9422	516.93	12.77
3	31.40	16.90	9473	9510	530.66	13.94
Promedio						12.70

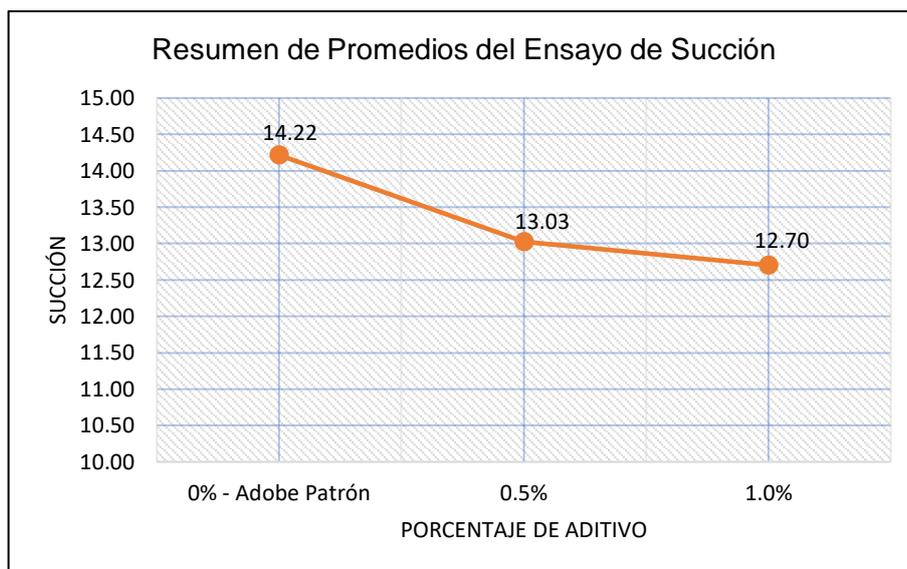
Fuente: Elaboración propia.

En el ensayo de Succión de la muestra con adición de polímero reciclado y fibra de lana al 1% del peso total de la bloqueta obtiene un promedio de 12.70 gr/min/200cm<sup>2</sup>.

**Tabla 14.** Resultados promedio del ensayo de succión

Porcentaje De Aditivo	Succión Gr/min/200cm <sup>2</sup>
Adobe Patrón	14.22
0.5%	13.03
1.0%	12.70

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 18.** Gráfico de promedios del ensayo de succión

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 18 se muestra el gráfico resumen de los promedios identificándose una reducción en la succión (gr/min/200cm<sup>2</sup>) en las muestras con aditivos con respecto

a la muestra patrón (14.22), siendo con el porcentaje de 0.5% una reducción del 8% (13.03) y con 1% de adición de aditivos una reducción de 11% (12.70).

Dentro del análisis estadístico se realizó el análisis de la varianza como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 15.** Varianza del ensayo de succión

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Adobe Patrón	3	42.65	14.2166667	0.71323333
Con aditivo al 0.5%	3	39.08	13.0266667	0.05863333
Con aditivo al 1%	3	38.11	12.7033333	1.61623333

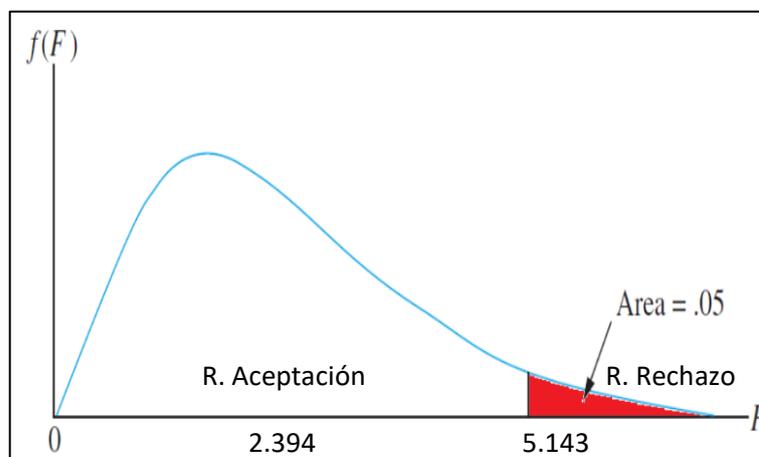
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16.** Análisis de varianza del ensayo de succión

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G.L.	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.81082222	2	1.90541111	2.39363232	0.17207578	5.14325285
Dentro de los grupos	4.7762	6	0.79603333			
Total	8.58702222	8				

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 16 se estima un F calculado de 2.39363232 y el F crítico de 5.14325285, datos que se llevaron a la gráfica 19.



**Figura 19.** Distribución de regiones para la prueba de hipótesis

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se delimitan las regiones de aceptación y de rechazo, el F calculado se encuentra en la región de aceptación por lo que se admite de la hipótesis nula y se concluye que las medias son iguales en las mediciones de muestra patrón y muestra con adición del 0.5% y 1% del ensayo de succión.

#### 4.6. Ensayo de Alabeo

Se realizó el ensayo de Alabeo de las bloquetas de adobe patrón y con adición del 0.5% y 1% de fibra de lana y polímero reciclado teniendo un total de 3 ensayos por cada uno y acumulando un total de 9 ensayos.

En la tabla 15 se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo de alabeo en las bloquetas de adobe patrón.

**Tabla 17.** Resultado del ensayo de alabeo en el Adobe Patrón

Alabeo	Bloqueta 1		Bloqueta 2		Bloqueta 3		Promedio
	Cara A	Cara B	Cara A	Cara B	Cara A	Cara B	
Cóncavo (mm)	6.00	4.50	4.80	3.00	9.00	6.00	5.55
Convexo (mm)	4.50	7.50	4.50	2.00	10.00	7.00	5.92

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se realizó el ensayo de alabeo en la muestra patrón donde el promedio en la cara cóncava es de 5.55 mm y 5.92 mm en el alabeo convexo.

En la tabla 16 se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo de alabeo en las 03 bloquetas de adobe con adición de fibra de lana y polímero reciclado al 0.5%.

**Tabla 18.** Resultado del ensayo de alabeo con aditivo al 0.5%

Alabeo	Bloqueta 1		Bloqueta 2		Bloqueta 3		Promedio
	Cara A	Cara B	Cara A	Cara B	Cara A	Cara B	
Cóncavo (mm)	8.50	3.50	5.50	6.00	5.50	2.50	5.25
Convexo (mm)	8.70	3.00	7.00	4.00	8.50	2.50	5.62

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se realizó el ensayo de alabeo en la muestra con porcentaje de aditivos al 0.5% donde el promedio es 5.25 mm en el alabeo cóncavo y 5.62 mm en el alabeo convexo.

En la tabla 16 se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo de alabeo en las 03 bloquetas de adobe con adición de fibra de lana y polímero reciclado en proporción 1%.

**Tabla 19.** Resultado del ensayo de alabeo con aditivo al 1%

Alabeo	Bloqueta 1		Bloqueta 2		Bloqueta 3		Promedio
	Cara A	Cara B	Cara A	Cara B	Cara A	Cara B	
Cóncavo (mm)	7.00	1.00	5.50	3.00	4.50	2.00	3.83
Convexo (mm)	9.00	3.00	5.00	2.50	8.50	2.00	5.00

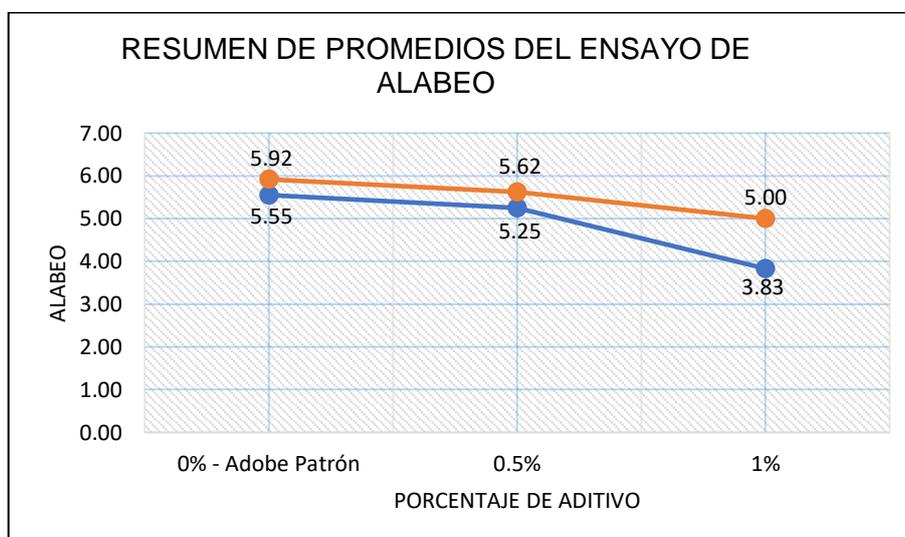
*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se realizó el ensayo de alabeo en la muestra con porcentaje de aditivos al 1% donde el promedio es 3.83 mm en el alabeo cóncavo y 5.00 mm en el alabeo convexo.

**Tabla 20.** Resultados promedio del ensayo de alabeo

Porcentaje De Aditivo	Alabeo	(mm)
0% - Adobe Patrón	Cóncavo	5.55
	Convexo	5.92
0.5%	Cóncavo	5.25
	Convexo	5.62
1%	Cóncavo	3.83
	Convexo	5.00

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 20.** Gráfico de promedios del ensayo de alabeo

*Fuente: Elaboración propia.*

Se concluye de la figura 18 una leve disminución en los resultados del alabeo (mm) en las muestras con aditivos con respecto a la muestra patrón, siendo con un porcentaje de adición de aditivo del 0.5% un promedio de 5.25 mm en el alabeo cóncavo y 5.62 mm en el alabeo convexo y para la dosificación de 1% un promedio de 3.83 mm de alabeo cóncavo y 5.00 mm de alabeo convexo, la reducción en las caras cóncava y convexa es de un 5% y 31% respectivamente en el primer caso y de 5% y 15% respectivamente en el segundo.

Para el análisis estadístico se realizó el análisis de la varianza como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 21.** Varianza del ensayo de alabeo

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Adobe Patrón	3	16.65	5.55	3.3075
Con aditivo al 0.5%	3	15.75	5.25	1.1875
Con aditivo al 1%	3	11.5	3.83333333	0.27083333

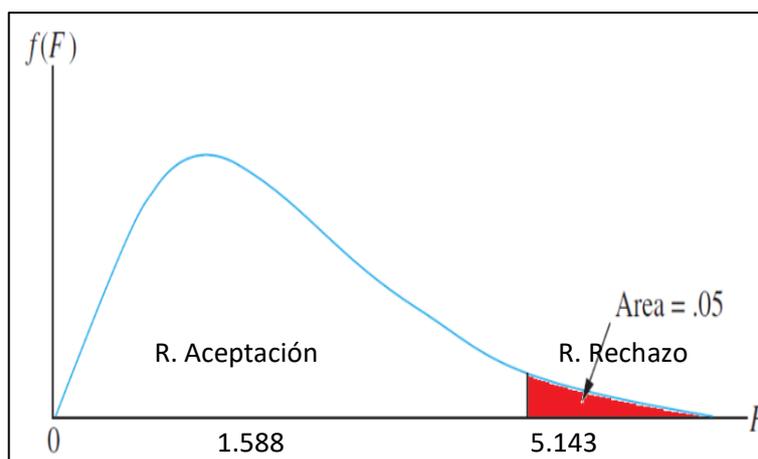
*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 22.** Análisis de varianza del ensayo de alabeo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. L.	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5.04388889	2	2.52194444	1.5875153	0.27966054	5.1432528
Dentro de los grupos	9.53166667	6	1.58861111			
Total	14.5755556	8				

*Fuente: Elaboración propia.*

De la tabla 22 se estima un F calculado de 1.5875153 y un F crítico de 5.1432528, datos que se llevaron a la gráfica 21.



**Figura 21.** Distribución de regiones para la prueba de hipótesis  
Fuente: *Elaboración propia.*

En la gráfica se muestra las áreas de aceptación y de rechazo de la hipótesis. Para el ensayo de alabeo, el F calculado se encuentra en la región de aceptación por lo que se admite la hipótesis nula y se concluye que las medias son iguales en las mediciones de muestra patrón y muestra con adición del 0.5% y 1%.

#### 4.7. Ensayo de Variación Dimensional

Los resultados del ensayo de variación dimensional en las bloquetas de adobe de la muestra patrón y con la adición de aditivos al 0.5% y 1% tienen un total de 3 ensayos por cada uno.

En la tabla 19 se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo de variación dimensional del adobe patrón.

**Tabla 23.** Variación dimensional en el adobe patrón

Esp.	Dimensión	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	Promedio	V (%)
1	Largo	31.75	31.70	31.55	31.80	31.70	5.67
	Ancho	16.12	16.15	16.18	16.14	16.15	7.65
	Altura	11.21	11.18	11.18	11.19	11.19	-6.75
2	Largo	31.87	31.91	31.89	31.90	31.89	6.31
	Ancho	16.36	16.39	16.42	16.38	16.39	9.25
	Altura	11.04	11.00	10.96	10.98	11.00	-8.37
3	Largo	31.60	31.65	31.62	31.60	31.62	5.39
	Ancho	16.14	16.20	16.21	16.16	16.18	7.85
	Altura	10.23	10.21	10.18	10.18	10.20	-15.00

Fuente: *Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se realizó el ensayo de variación dimensional en la muestra patrón donde el promedio obtenido es de 31.74 cm de largo, 16.24 cm de ancho y 10.80 cm de alto.

En la tabla 19 se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo de variación dimensional del adobe con aditivos al 0.5%.

**Tabla 24.** Variación dimensional en adobes con aditivo al 0.5%

Esp.	Dimensión	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	Promedio	V (%)
1	Largo	31.65	31.68	31.67	31.65	31.66	5.54
	Ancho	16.10	16.10	16.13	16.16	16.12	7.48
	Altura	11.15	11.25	11.1	11.3	11.20	-6.67
2	Largo	31.50	31.54	31.55	31.52	31.53	5.09
	Ancho	15.85	15.83	15.89	15.87	15.86	5.73
	Altura	11.50	11.44	11.49	11.44	11.47	-4.44
3	Largo	31.48	31.54	31.52	31.52	31.52	5.05
	Ancho	15.90	15.94	16.00	15.95	15.95	6.32
	Altura	11.48	11.49	11.50	11.44	11.48	-4.35

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se realizó el ensayo de variación dimensional en la muestra al 0.5% de adición de fibra de lana y polímero reciclado donde el promedio es de 31.57 cm de largo, 15.98 cm de ancho y 11.38 cm de alto.

**Tabla 25.** Variación dimensional en adobes con aditivo al 1%

Esp.	Dimensión	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	Promedio	V (%)
1	Largo	31.5	31.54	31.56	31.5	31.53	5.08
	Ancho	16.15	16.17	16.13	16.15	16.15	7.67
	Altura	11.1	11.11	11	11.2	11.10	-7.48
2	Largo	31.5	31.54	31.55	31.51	31.53	5.08
	Ancho	16.45	16.38	16.35	16.43	16.40	9.35
	Altura	11.54	11.47	11.49	11.52	11.51	-4.13
3	Largo	31.40	31.40	31.39	31.41	31.40	4.67
	Ancho	16.85	16.94	16.91	16.92	16.91	12.70
	Altura	11.12	11.10	11.08	11.14	11.11	-7.42

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se realizó el ensayo de variación dimensional en la muestra con 1% de adición de polímero reciclado y fibra de lana el promedio es de 31.48 cm de largo, 16.49 cm de ancho y 11.24 cm de alto.

**Tabla 26.** Resultados promedio del ensayo de variación dimensional

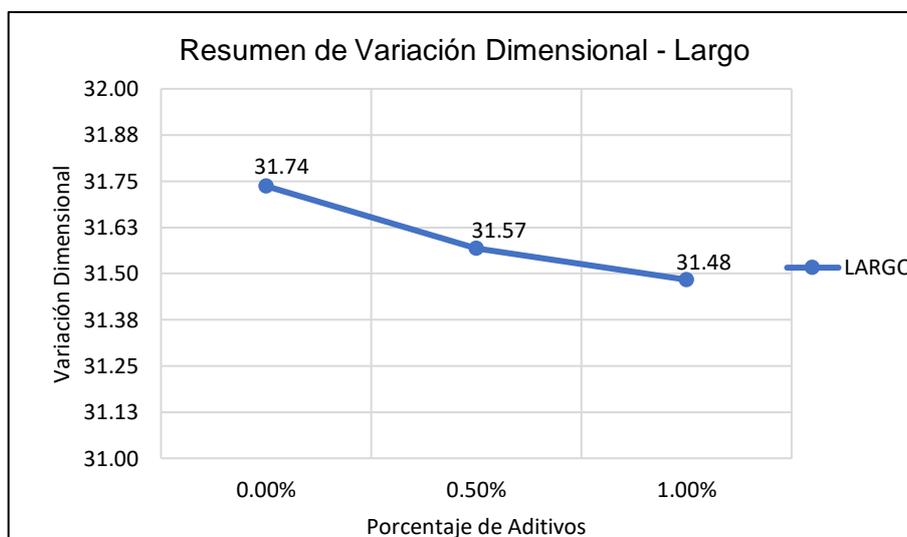
Dimensión	Adobe Patrón	Adobe con 0.5% de Aditivo	Adobe con 1% de Aditivo
Largo	31.74	31.57	31.48
Ancho	16.24	15.98	16.49
Alto	10.80	11.38	11.24

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 27.** Porcentajes promedio del ensayo de variación dimensional

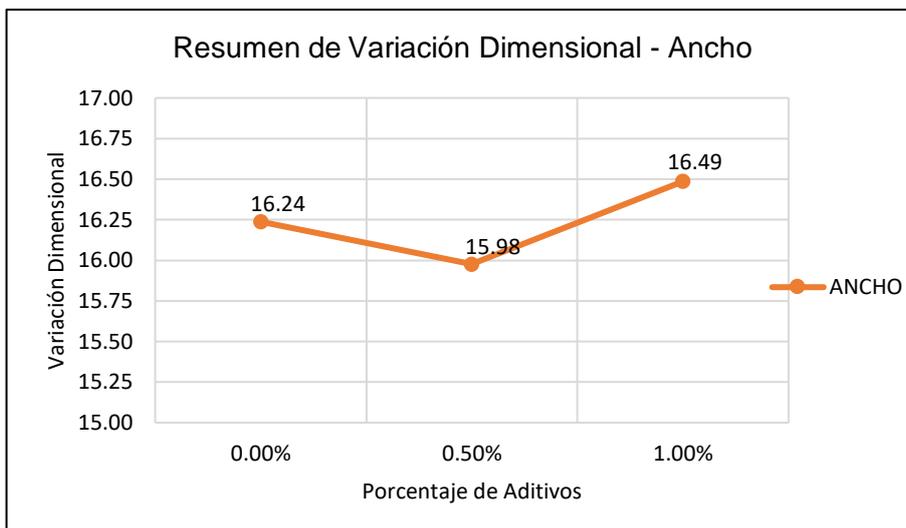
Dimensión	Adobe Patrón	Adobe con 0.5% de aditivo	Adobe con 1% de aditivo
V. D. (%) Largo	5.79	5.23	4.94
V. D. (%) Ancho	8.25	6.51	9.91
V. D. (%) Alto	10.04	5.15	6.34

*Fuente: Elaboración propia.*

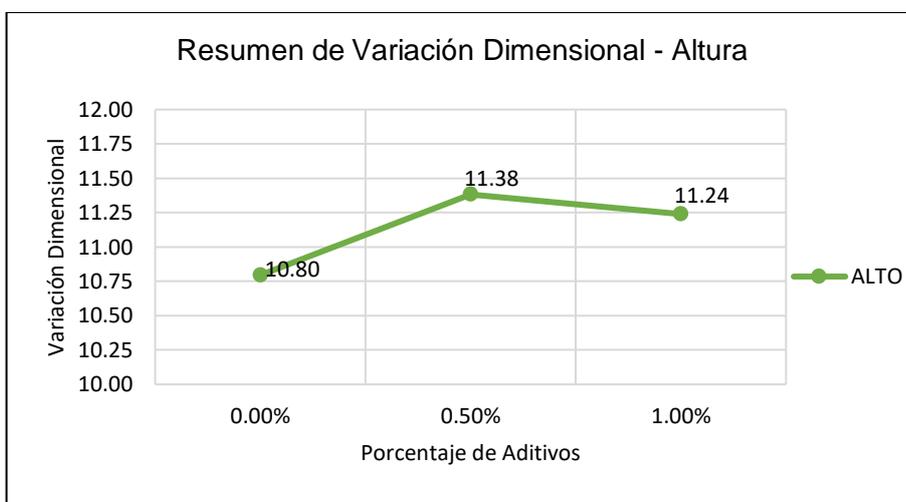


**Figura 22.** Gráfico de promedios de Variación Dimensional - Largo

*Fuente: Elaboración Propia*



**Figura 23.** Gráfico de promedios de Variación Dimensional - Ancho  
*Fuente:* Elaboración Propia



**Figura 24.** Gráfico de promedios de Variación Dimensional - Alto  
*Fuente:* Elaboración Propia

De la figura 19 se concluye un incremento leve en la variación dimensional (%) en las muestras con aditivos con porcentaje de 0.5% con respecto a la muestra patrón. Se obtiene un incremento en el largo del molde (30 cm) a 31.57 cm en la muestra con 0.5% de aditivo y 31.48 en la muestra con 1% de aditivo. El ancho tiene una reducción en la muestra 1 con 15.98 cm y un incremento en la muestra 2 con 16.49 cm. El alto tiene un incremento una reducción en la muestra 1 con 11.38 y de 11.24 en la muestra 2.

Para el análisis estadístico se realizó el análisis de la varianza como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 28.** Varianza del ensayo del ensayo de variación

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Adobe Patrón	3	17.37	5.79	0.2224
Con aditivo al 0.5%	3	15.68	5.22666667	0.07403333
Con aditivo al 1%	3	14.83	4.94333333	0.05603333

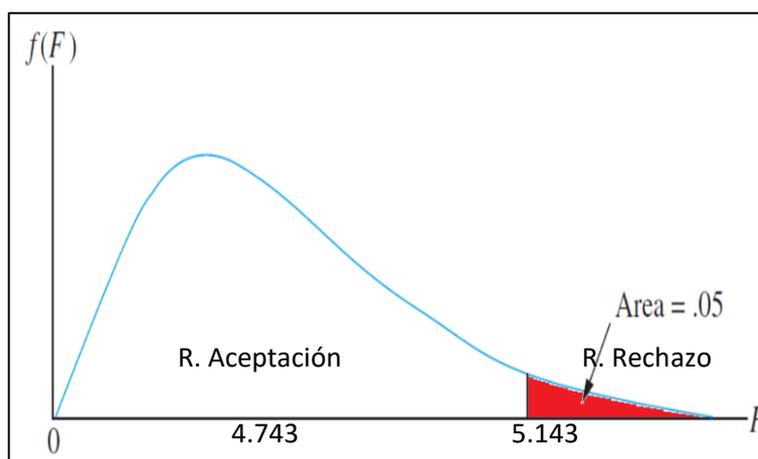
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 29.** Análisis de la varianza del ensayo del ensayo de variación

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. L.	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.11446667	2	0.55723333	4.74285984	0.05816471	5.14325285
Dentro de los grupos	0.70493333	6	0.11748889			
Total	1.8194	8				

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 29 se estima un F calculado de 4.74285984 y un F crítico de 5.14325285, datos que se llevaron a la gráfica 25.



**Figura 25.** Distribución de regiones para la prueba de hipótesis

Fuente: Elaboración propia.

En el ensayo de alabeo, la gráfica muestra las regiones de aceptación y de rechazo según el F crítico, el F calculado está en la región de aceptación por lo se acepta la hipótesis nula y se concluye que las medias son iguales en las mediciones de muestra patrón y muestra con adición del 0.5% y 1%.

#### 4.8. Ensayo de Resistencia a la Compresión

Los resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la compresión en las bloquetas de adobe en la muestra patrón y en las dosificaciones de 0.5% y 1% de aditivo suman un total de 18 ensayos, ello según especificaciones de la Norma E.080, además se indica que el promedio de los 4 mejores debe superar 10.20 kg/cm<sup>2</sup>.

En la tabla 24. Se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo en las 06 bloquetas de adobe patrón.

**Tabla 30.** Resistencia a la compresión del adobe patrón

Esp.	Edad	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Esfuerzo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	28 días	101.7030	1560.00	15.34
2	28 días	101.6055	1320.00	12.99
3	28 días	100.5984	1450.00	14.41
4	28 días	103.0216	1380.00	13.40
5	28 días	112.0410	1630.00	14.55
6	28 días	97.6044	1610.00	16.50
Promedio				14.53

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se realizó el ensayo de compresión en la muestra patrón donde el promedio es de 14.53 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de los 4 mejores resultados supera lo indicado en la norma E.080, el valor de 10.02 kg/cm<sup>2</sup>.

En la tabla 25 se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo en las 06 bloquetas de adobe con adición de fibra de lana y polímero reciclado al 0.5%.

**Tabla 31.** Resistencia a compresión del adobe con aditivo al 0.5%

Esp.	Edad	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Esfuerzo De Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	28 DÍAS	103.3270	1720.00	16.65
2	28 DÍAS	102.4135	1870.00	18.26
3	28 DÍAS	105.1644	2060.00	19.59
4	28 DÍAS	105.8840	1530.00	14.45
5	28 DÍAS	104.7550	1550.00	14.80
6	28 DÍAS	103.8360	1746.00	16.81
Promedio				16.76

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se realizó el ensayo de compresión en la muestra con adición de 0.5% de fibra de lana y polímero reciclado donde el promedio es de 16.76 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de los 4 mejores resultados supera lo indicado en la norma E.080, el valor de 10.02 kg/cm<sup>2</sup>.

En la tabla 26 se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo en las 06 bloquetas de adobe con adición de fibra de lana y polímero reciclado al 1%.

**Tabla 32.** Resistencia a compresión del adobe con aditivo al 1%

Esp.	Edad	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Esfuerzo De Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	28 DÍAS	101.8080	2050.00	20.14
2	28 DÍAS	104.0396	2040.00	19.61
3	28 DÍAS	103.1238	2290.00	22.21
4	28 DÍAS	101.2035	2220.00	21.94
5	28 DÍAS	101.9088	2230.00	21.88
6	28 DÍAS	103.3272	2140.00	20.71
Promedio				21.08

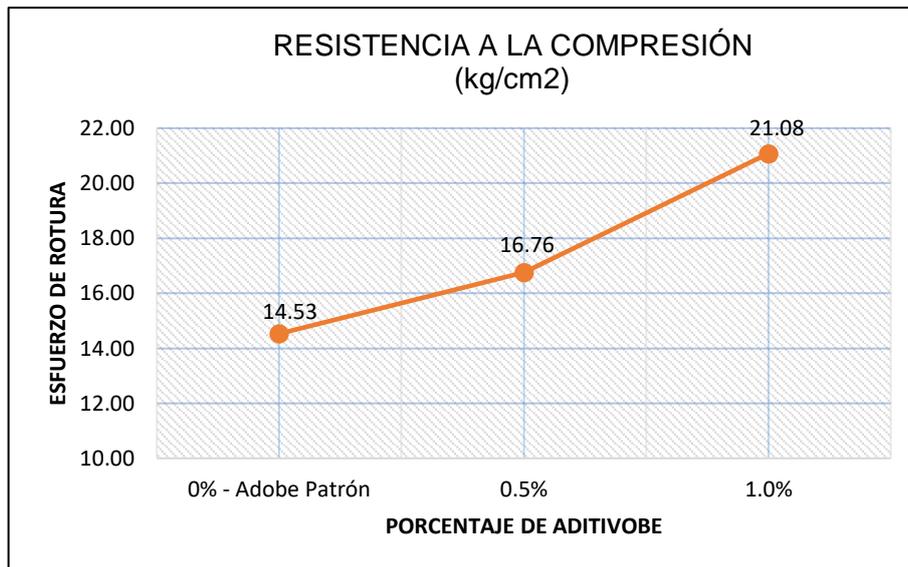
*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se realizó el ensayo de compresión en el adobe con activo del 1% donde el promedio es de 21.08 kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de los 4 mejores resultados supera lo indicado en la norma E.080, el valor de 10.02 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 33.** Resultados promedio del ensayo de resistencia a la compresión

Porcentaje De Aditivo	Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
Adobe Patrón	14.53
0.5%	16.76
0.5%	21.08

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 26.** Gráfico de promedios de resistencia a la compresión  
*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 23 se concluye un aumento considerable en la resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) en las muestras con aditivos con respecto a la muestra patrón (14.53), siendo con un porcentaje de 0.5% un promedio de 16.76 y un promedio de 21.08 en la muestra 2.

Para el análisis estadístico se realizó el análisis de la varianza como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 34.** Varianza del ensayo del ensayo de compresión

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Adobe Patrón	6	87.19	14.531667	1.6400567
Con aditivo al 0.5%	6	100.56	16.76	3.89024
Con aditivo al 1%	6	126.49	21.081667	1.1675767

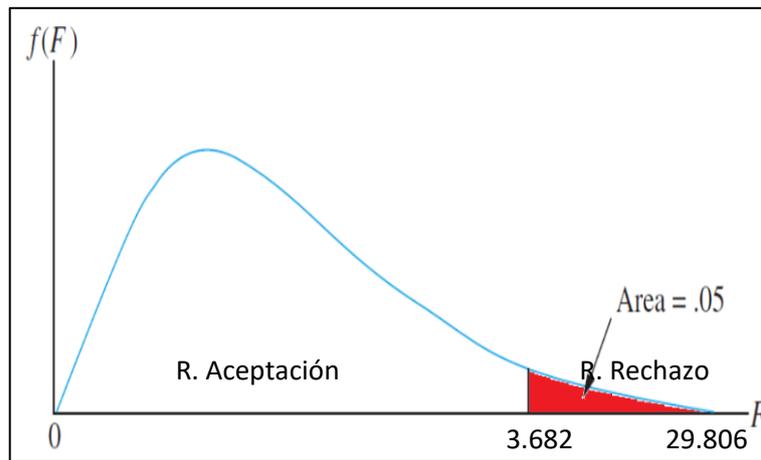
*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 35.** Análisis de la varianza en la Resistencia a la Compresión

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	133.08954	2	66.544772	29.805627	5.95185E-06	3.6823203
Dentro de los grupos	33.489367	15	2.2326244			
Total	166.57891	17				

*Fuente: Elaboración propia.*

De la tabla 29 se estima un F calculado de 29.805627 y un F crítico de 3.6823203, datos que se llevaron a la gráfica 25.



**Figura 27.** Distribución de regiones para la prueba de hipótesis

*Fuente: Elaboración propia.*

En el ensayo de resistencia a la compresión, la gráfica muestra las regiones de aceptación y de rechazo, el F calculado está en la región de rechazo por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que al menos una de las medias es diferente en las mediciones de muestra patrón y muestra con adición del 0.5% y 1%.

#### **4.9. Ensayo de Resistencia a la tracción**

Los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tracción en las bloquetas de adobe en la muestra patrón y en las dosificaciones de 0.5% y 1% se realizaron conforme a lo especificado en la norma E.080 donde se indica un mínimo de 06 muestras por cada una y el promedio de los 4 mejores de 6 debe superar 0.8 kg/cm<sup>2</sup> teniendo un total de 18 ensayos en total.

En la tabla 27 se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo en las 06 bloquetas de adobe patrón.

**Tabla 36.** Resistencia a la tracción del adobe patrón

Esp.	Diámetro (Cm)	Largo (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Esfuerzo de Rotura (Kg/ cm <sup>2</sup> )
1	15.20	29.90	181.37	815.00	1.14
2	15.15	30.70	180.18	960.00	1.31
3	15.18	30.50	180.89	845.00	1.16
4	15.20	29.95	181.37	850.00	1.19
5	15.21	29.90	181.61	840.00	1.18
6	15.20	30.90	181.37	915.00	1.24
Promedio					1.20

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se muestran los resultados del ensayo de tracción en la bloqueta patrón. El promedio es de 1.20 kg/cm<sup>2</sup>. los 4 mejores resultados superan lo indicado en la norma E.080, el valor de 0.81 kg/cm<sup>2</sup>.

En la tabla 28. Se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo en las 06 bloquetas de adobe patrón.

**Tabla 37.** Resistencia a la tracción del adobe con aditivo al 0.5%

Esp.	Diámetro	Largo	Área	Cargar	Esfuerzo de Rotura
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/ cm <sup>2</sup> )
1	15.20	31.00	1480.32	930.00	1.26
2	15.15	30.70	1461.17	905.00	1.24
3	15.30	31.00	1490.06	930.00	1.25
4	15.25	31.00	1485.19	920.00	1.24
5	15.20	31.00	1480.32	890.00	1.20
6	15.30	30.90	1485.25	970.00	1.31
Promedio					1.25

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla mostrada se muestran los resultados del ensayo de tracción en la bloqueta con aditivos al 0.5% y el promedio es de 1.25 kg/cm<sup>2</sup>. Los 4 mejores resultados supera lo indicado en la norma E.080, el valor de 0.81 kg/cm<sup>2</sup>.

En la tabla 29 se muestran los resultados obtenidos en la realización del ensayo en las 06 bloquetas de adobe patrón.

**Tabla 38.** Resistencia a tracción del adobe con aditivo al 1%

Esp.	Diámetro	Largo	Área	Carga	Esfuerzo de Rotura
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/ cm <sup>2</sup> )
1	15.18	29.95	1428..30	1065.00	1.49
2	15.17	30.55	1355.95	1080.00	1.48
3	15.28	31.85	1528.91	1095.00	1.43
4	15.23	31.88	1525.35	1030.00	1.35
5	15.18	30.57	1457.86	1110.00	1.52
6	15.09	30.93	1466.29	1055.00	1.44
Promedio					1.45

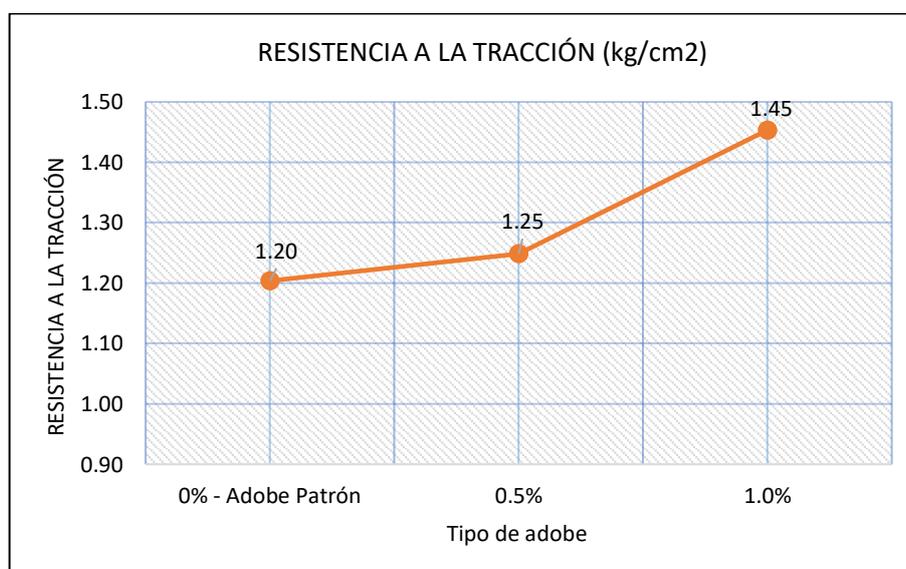
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla mostrada se muestran los resultados del ensayo de tracción en la bloqueta con aditivos al 1% y el promedio es de 1.45 kg/cm<sup>2</sup>. Los 4 mejores resultados supera lo indicado en la norma E.080, el valor de 0.81 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 39.** Resultados promedio del ensayo de resistencia a la tracción

Tipo De Adobe	Resistencia a la Tracción
Adobe Patrón	1.20
0.5%	1.25
1.0%	1.45

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 28** Gráfico de resultados del ensayo de resistencia a la tracción

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 24 se concluye un aumento en la resistencia a la tracción ( $\text{kg/cm}^2$ ) en las muestras con aditivos con respecto a la muestra patrón, siendo con un porcentaje de 1% la mayor con un promedio de  $1.45 \text{ kg/cm}^2$ .

El promedio de las 4 mejores muestras supera la resistencia mínima establecida en la norma E.080.

Para el análisis estadístico se realizó el análisis de la varianza como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 40.** Varianza del ensayo de resistencia a la tracción

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Adobe Patrón	6	7.22	1.2033333	0.00386667
Con aditivo al 0.5%	6	7.5	1.25	0.00128
Con aditivo al 1%	6	8.71	1.4516667	0.00357667

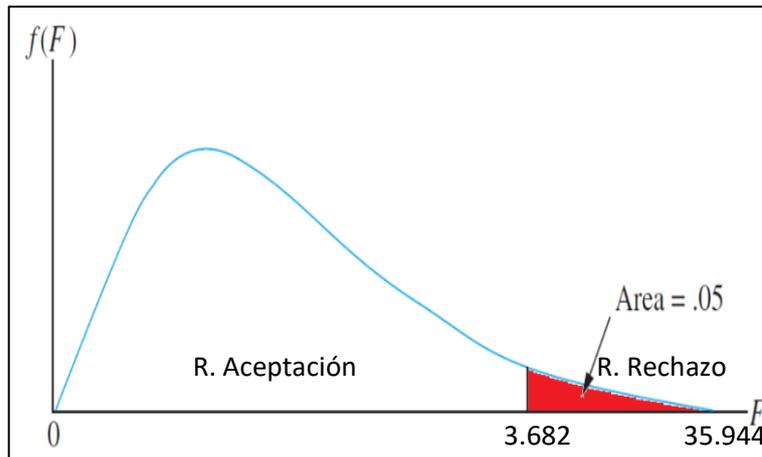
*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 41.** Análisis de la varianza del ensayo de resistencia a la tracción

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.2090333	2	0.1045167	35.9438288	1.89889E-06	3.6823203
Dentro de los grupos	0.0436167	15	0.0029078			
Total	0.25265	17				

*Fuente: Elaboración propia.*

De la tabla 41 se estima un F calculado de 35.9438288 y un F crítico de 3.6823203, datos que se llevaron a la gráfica 29.



**Figura 29.** Distribución de regiones para la prueba de hipótesis  
*Fuente: Elaboración propia.*

En el ensayo de resistencia a la tracción, la gráfica muestra las regiones de aceptación y de rechazo, el  $F$  calculado está en la región de rechazo por lo que se refuta la hipótesis nula y se concluye que al menos una de las medias es diferente en las mediciones de muestra patrón y muestra con adición del 0.5% y 1%.

## V. DISCUSIÓN

Los **principales hallazgos de la investigación** determinaron, mediante la prueba de hipótesis, una mejora significativa en las propiedades mecánicas con el uso de los aditivos: fibra de lana y polímero reciclado como es el caso de la resistencia a la compresión, donde el adobe tradicional tiene un valor de  $14.53 \text{ kg/cm}^2$ , al adicionar un 0.5% de aditivo se alcanza  $16.76 \text{ kg/cm}^2$  y al adicionar un 1% de aditivo se alcanza  $21.08 \text{ kg/cm}^2$ . Se concluye en un incremento de la muestra 02 con respecto a la muestra patrón del 45%. Los resultados obtenidos en todas las proporciones cumplen con la especificación dada por la norma E.080 en la que se establece como resistencia última a la compresión  $10.2 \text{ kg/cm}^2$ .

En la resistencia a tracción la prueba de hipótesis comprobó una mejora en significativa. La muestra patrón alcanza un valor de  $1.20 \text{ kg/cm}^2$ , al adicionar un 0.5% de fibra de lana y polímero reciclado alcanza  $1.25 \text{ kg/cm}^2$  y al adicionar un 1% de estos aditivos alcanza un total de  $1.45 \text{ kg/cm}^2$ . Se observa un incremento en la resistencia a la tracción en la muestra con 1% de 21% con respecto a la muestra patrón. Este apartado cumple con lo indicado en la norma E.080 que indica que el promedio de las cuatro mejores resistencias debe superar  $0.81 \text{ kg/cm}^2$ .

En las propiedades físicas, el ensayo de succión de la muestra patrón alcanza un valor de  $14.22 \text{ gr/min}/200\text{cm}^2$ , al adicionar un 0.5% de fibra de lana y polímero reciclado alcanza  $13.03 \text{ gr/min}/200\text{cm}^2$  y al adicionar un 1% de estos aditivos alcanza un total de  $12.70 \text{ gr/min}/200\text{cm}^2$ . Se observa una reducción en la succión de 11% con respecto a la muestra patrón y la muestra 2, lo cual representa una mejora en dicha propiedad física, sin embargo, según la prueba de hipótesis estos resultados no son significativos.

En el ensayo de alabeo la muestra patrón alcanza un valor de 5.55 mm y 5.92 mm en la cara cóncava y convexa respectivamente, al adicionar un 0.5% de fibra de lana y polímero reciclado alcanza 5.25 mm y 5.62 mm en las caras cóncava y convexa respectivamente y al adicionar un 1% de estos aditivos alcanza un total de 3.83 mm y 5.00 mm en las caras cóncava y convexa respectivamente. Se observa una leve reducción en el alabeo de 23% con respecto a la muestra patrón, sin embargo, según la prueba de hipótesis estos resultados no son significativos.

En el ensayo de variación dimensional la muestra patrón alcanza un valor promedio de 5.79%(largo), 8.25%(ancho) y 10.04%(altura), al adicionar un 0.5% de fibra de lana y polímero reciclado alcanza 5.23%(largo), 6.51%(ancho) y 5.15%(altura), y al adicionar un 1% de estos aditivos alcanza un total de 4.94%(largo), 9.91%(ancho) y 6.34%(altura). Se observa una leve reducción en el la variación dimensional con respecto a la muestra patrón, aunque según la prueba de hipótesis los resultados obtenidos no son significativos.

La **relevancia de la investigación** son los aportes en las mejoras en las propiedades mecánicas en las bloquetas del adobe para las construcciones. Al utilizar los aditivos fibra de lana y polímero reciclado en la proporción del 1% se mejora la resistencia a la compresión del 45% y resistencia a tracción del 21% optimizando el comportamiento de estas estructuras a efecto naturales externos como desastres naturales y a la erosión.

Respecto a la **comparación de los resultados** en función a los objetivos planteados:

Para Cáceres (2021) con la adición de 1% y 2% de fibra de lana influencio negativamente en las propiedades mecánicas y redujo las propiedades físicas y del adobe. Para Arteaga y Wong (2020) con la adición de fibra de bambú en proporciones 5%, 10% y 15% se mejoró las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

Para Cáceres (2021) con la incorporación de lana al 1% y 2% redujo la resistencia a la compresión de un 26.83 kg/cm<sup>2</sup> en un 11% y 19% obteniendo 23.99 kg/cm<sup>2</sup> y 21.62 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos difieren de estos valores, ya que, se obtuvo una mejora en la resistencia a la compresión, sin embargo, cabe indicar que los aditivos utilizados en esta investigación tienen al polímero reciclado adicionalmente. Según Arteaga y Wong (2020) que adicionaron fibra de bambú en proporciones 0%, 5% 10% y 15% alcanzaron la resistencia a la compresión de 10.4, 16.85, 21.3 y 18.77 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una mejora con respecto a la muestra patrón. Si bien en ambos trabajos de investigación existe mejora en esta propiedad mecánica, los aditivos son diferentes y en proporciones desiguales. Para Barturen (2021) la incorporación fibra de plástico en proporciones 0.7, 1.2 y 1.7% provocó

una mejora en la resistencia a la tracción siendo los resultados 1.01, 1.49, 1.78 y 1.69 kg/cm<sup>2</sup>, en relación a ambos proyectos de investigación se obtiene una mejora significativa en la resistencia a la tracción.

Para Cáceres (2021) la incorporación de 1% y 2% de lana de ovino aumento la succión de un 1.94 gr/min/200cm<sup>2</sup> en un 32% y 80% obteniendo 2.56 gr/min/200cm<sup>2</sup> y 3.49 gr/min/200cm<sup>2</sup>. En relación a los resultados obtenidos en este proyecto se tienen valores diferentes, ya que en el presente se logró una reducción, es decir, una mejora en la propiedad física. Según Arteaga y Wong (2020) que adicionaron fibra de bambú en proporciones 5% 10% y 15% obtuvieron resultados de 1.12, 3.37 y 5.4 gr/min/200cm<sup>2</sup> respectivamente teniendo un incremento en la succión con respecto a la muestra patrón de 0.00 gr/min/200cm<sup>2</sup>, en comparación con este trabajo de investigación existe un aumento de la succión. En el ensayo de alabeo no se encontraron trabajos de investigación que abarquen la realización de estos ensayos, según la prueba de hipótesis los resultados obtenidos en el alabeo no son significantes. En la variación dimensional, según Arteaga y Wong (2020) la muestra patrón alcanza un valor promedio de 1%(largo), 2%(ancho) y 3%(altura), al adicionar un 5% de fibra bambú alcanza 0%(largo), 2%(ancho) y 5%(altura), y al adicionar un 10% de estos aditivos alcanza un total de 0%(largo), 1%(ancho) y 5%(altura). Se observa una leve reducción en el la variación dimensional con respecto a la muestra patrón, en ambos trabajos de investigación existe mejora, pero no es significativa.

## VI. CONCLUSIONES

**(1)** De la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe se concluye que la adición en los porcentajes de 0.5% y 1% de fibra de lana y polímero reciclado mejoran las propiedades mecánicas del adobe y según la prueba de hipótesis hay un efecto significativo, mientras que las propiedades físicas fueron mejoradas levemente, pero la misma prueba concluye que no hay un efecto significativo, por lo que la hipótesis general de la investigación es parcialmente aprobada.

**(2)** Las propiedades físicas del adobe tuvieron una leve mejora con la adición de fibra de lana y polímero reciclado, sin embargo, según la prueba de hipótesis no es significativa por lo que se rechaza la hipótesis. Los resultados reflejan una mejora en el ensayo de succión ( $\text{gr}/\text{min}/200\text{cm}^2$ ), la bloqueta patrón obtuvo 14.22 mientras que las unidades con la incorporación de aditivos al 0.5% y 1% alcanzaron 13.03 y 12.70, concluyéndose una mejora del 11% en la muestra 2 con respecto a la muestra patrón. El alabeo de las bloquetas mejoró levemente, la muestra patrón alcanzó un alabeo de 5.55 y 5.92 mm, las bloquetas en un 0.5% de adición de aditivos 5.25 y 5.62 mm y en las bloquetas con 1 % de aditivo un 3.83 y 5.00 mm, concluyendo una disminución de 31% en el alabeo convexo y de 15% en la cara cóncava en la muestra 2 en relación al adobe patrón. La variación dimensional presenta una mejora leve de la muestra 1 con respecto a la muestra patrón donde se tiene una variación de 5.23%. 6.52% y 5.15% en el largo, ancho y alto respectivamente.

**(3)** Los resultados obtenidos demostraron una influencia positiva de la incorporación fibra de lana y polímero reciclado en las propiedades mecánicas del adobe, inclusive superando el porcentaje establecido en la hipótesis específica y el que fue avalado por la prueba de hipótesis. La resistencia a la compresión ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en el adobe tradicional alcanzó una resistencia de 14.53 y con la incorporación de aditivos al 0.5% una resistencia de 16.76 y al 1% de aditivos un 21.08. Se valora una mejora del 47% en la muestra 2 con respecto a la muestra patrón. La resistencia a la tracción tuvo una influencia importante con respecto a la muestra tradicional, alcanzando una resistencia de 1.20  $\text{kg}/\text{cm}^2$  y en las bloquetas con aditivo al 0.5% y 1% un 1.25  $\text{kg}/\text{cm}^2$  y 1.45  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Se cuantifica una mejora del 22% en la muestra 2 con respecto a la muestra patrón.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En relación a los hallazgos de la investigación, se recomienda continuar con los ensayos mecánicos y físicos en diferentes proporciones para ampliar la caracterización del comportamiento del adobe, también se pueden utilizar otros materiales como aditivos considerando no romper las ventajas económicas que poseen los adobes tradicionales.

Para mejorar las propiedades mecánicas del adobe se recomienda la adición de 1% de fibra de lana y polímero reciclado.

Los diferentes tipos de suelos propios a la geografía de cada región pueden modificar las resistencias mecánicas y físicas lo cual debe ser considerado en futuras investigaciones. Siempre considerado los ensayos INSITU establecidos en la norma E.080 para obtener la optima relación de arena y arcilla.

Se plantea para futuras investigaciones como nuevo problema mejorar las propiedades físicas del adobe, el cual es su principal punto crítico, ya que, a diferencia de otras unidades de albañilería las bloquetas de adobe son irregulares lo cual desencadena bastante variabilidad dimensional y alabeo.

## REFERENCIAS

MINKE, Gernot. *Lehmbau Handbuch*. 1.<sup>a</sup> ed. Alemania: Fin del Siglo, 2001. 222 pp. ISBN 9974-49-347-1.

GAMA, Jorge [et al]. Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. *SciELO México* [en línea]. Vol. 64. No. 2. Agosto 2012. [Fecha de consulta: 11 de marzo del 2022]. Disponible en <https://bit.ly/39lw7rs>  
ISSN: 1405-3322

BOUSO, Juan. *La construcción en el antiguo Perú: Un país enigmático aún sin descubrir*. España: Editorial Académica Española, 2012. 72 pp. ISBN 978-3659005947.

DIAZ, María, PARADA, Hellen y ALVARADO, María. Usos del adobe en diferentes países de América Latina. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo* [en línea], 10(2), 01 de julio del 2019. [Fecha de consulta: 01 de marzo del 2022]. Disponible en <http://revistas.unitecnar.edu.co/index.php/sth/article/view/22>  
ISSN: 2216-1864

CENSOS nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas [en línea]. Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Octubre del 2020. [Fecha de consulta: 11 de marzo del 2022].  
Disponible en [bit.ly/3yRWn7w](http://bit.ly/3yRWn7w)

MASUM, Mohammed y AKBAR, Ali. The Pacific Ring of Fire is Working as a Home Country of Geothermal Resources in the World. *IOP SCIENCE* [en línea], 249(2), 2019. [Fecha de consulta: 02 de marzo del 2022]. Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/249/1/012020/meta>.  
ISSN: 249 012020

D'ERCOLE, Robert [et al]. Vulnerabilities and the inegalitarian rebuilding process following the August 15, 2007, Pisco earthquake in Chincha province, Peru, *Bulletin de l'Institut français d'études andines* [en línea], 38 (3). 2009. [Fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en <https://journals.openedition.org/bifea/2496#quotation>.  
ISSN: 647-681

BRICEÑO, Carolina [et al]. Seismic Vulnerability Assessment of a 17th Century Adobe Church In The Peruvian Andes. *International Journal of Architectural Heritage* [en línea], 13(1). 2018. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].  
Disponible en: <https://bit.ly/3tghM6w>  
DOI: 10.1080/15583058.2018.1497224

ARROYO, Roberto, SÁNCHEZ, Sulpicio y CATALÁN, Policarpio. Caracterización experimental de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe del sur de México. *Revista Académica de Ingeniería*. [en línea], 17(3). Diciembre del 2013, [Fecha de consulta: 22 de marzo del 2022]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46730914001>  
ISSN: 1665-529X

HOLGUINO, Antonio; OLIVERA, Luis y ESCOBAR, Katterine. Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú [en línea], 20 (3). Julio 2018. [Fecha de consulta: 23 de marzo del 2022]. Disponible en [bit.ly/3lyhh3G](http://bit.ly/3lyhh3G)  
ISSN: 2313-2957

HERRERA, Jhomayra. Modelamiento numérico del comportamiento sísmico de viviendas de mampostería con bloques de tierra comprimida. Tesis (Magíster en Ingeniería Civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. 128 pp.

RAMÍREZ, José. Estudio de las Propiedades Mecánicas y Físicas del Adobe con Biopolímeros de Fuentes Locales. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. 39 pp.

JAIMES, Sumaya [et al]. Caracterización física mecánica de los adobes usados en las viviendas de las zonas urbano marginales de la ciudad de Huánuco, Perú [en línea]. 11(3). Marzo 2018. [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2022]. Disponible en <http://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/117>.  
ISSN: 1995-445X

TRUJILLO, Miguel, CHAVEZ, Jorge, TORRES, Elias. Construcciones de adobe resistentes a exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones [en línea]. 1(1). Abril 2018. [Fecha de consulta: 10 de marzo del 2022]. Disponible en <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/267/289>.  
ISSN: 2414-8822

GILBERTO, Carlos, ALCINDOR, Mónica y CORREIRA, Mariana. Arquitectura tradicional de tierra en Europa: un patrimonio de entramado y encestado, adobe, tapia y pared de mano [en línea], 48 (2). Diciembre del 2018. [Fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en [bit.ly/3MBtNep](http://bit.ly/3MBtNep)  
ISSN: 2362-2024

RIVERA, Hernán [et al]. Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia) [en línea], 23(1). Julio del 2021. [Fecha de consulta: 14 de marzo del 2022]. Disponible en [bit.ly/3lzsMro](http://bit.ly/3lzsMro)  
ISSN: 1657-0308

JORQUERA, Natalia. Culturas constructivas que conforman el patrimonio chileno construido en tierra [en línea]. No. 16. Junio del 2017. [Fecha de consulta: 11 de marzo del 2022]. Disponible en [bit.ly/3yT3n44](http://bit.ly/3yT3n44)  
ISSN: 0718-7262

GÓMEZ, Francisco [et al]. Procesos patológicos en muros de adobe. panorama general de los mecanismos de degradación del adobe en la arquitectura tradicional española [en línea]. (2016). [Fecha de consulta: 20 de marzo del 2022]. Disponible en: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>  
ISSN: 978-84-697-4387-4

GUERRERO, Luis. The Use of Cob in the Intervention of Adobe Construction Components [en línea]. Vol. 2 No. 22. 2022. [Fecha de consulta: 12 de marzo del 2022].

2022]. [Fecha de consulta: 22 de marzo del 2022]. Disponible en <https://bit.ly/3Mh5IOx>  
ISSN: 2448-5934

SVINCKI, M. A theoretical foundation for discovery learning. *Journals* [en línea]. 20 (1). 1998. [Fecha de consulta: 10 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/advances.1998.275.6.s4>  
DOI: 10.1152/advances.1998.275.6.S4

HAMARD, Erwan, RAZAKAMANANTSOA, Andry y CLAUDE, Jean. Cob, a vernacular earth construction process in the context of modern sustainable building. *SicenceDirect* [en línea]. 106(1). 2016. [Fecha de consulta: 14 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3NZHKn1>  
DOI: 2016.06.009

LABOREL, Aurelie, AUBERT, Jean, TRIBOUT, C Y BERTRON, A. Plant aggregates and fibers in earth construction materials: A review [en línea]. 111(1). 2016. [Fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061816301805#>

RIVERA, Juan. El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales [en línea], 25(2). Setiembre del 2012. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022]. Disponible en [bit.ly/3wEnjot](https://bit.ly/3wEnjot)  
ISSN: 1657-9763

SHARIF, Mohammad. Understanding the advantages of earth construction in urban housing in the United Kingdom [en línea]. 1. 17 de junio del 2020. [Fecha de consulta: 22 de marzo del 2022]. Disponible en <https://www.researchsquare.com/article/rs-33755/v1>

REGLAMENTO nacional de edificaciones [en línea]. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2017. [Fecha de consulta: 10 de marzo del 2022]. Disponible en: [bit.ly/3wyAQ1R](https://bit.ly/3wyAQ1R)

YOUNG, R, y LOVELL, P. *Introduction to Polymers*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.688 pp.  
ISBN: 9780429109485

MENDOZA, Carlos, AIRE, Carlos, DÁVILA, Paula. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido. *Redalyc* [en línea]. 2(2). 2011. [Fecha de consulta: 11 de marzo del 2022]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361233548003>  
ISSN: 2007-3011

CARRASQUERO, Francisco. *Fundamentos De Polímeros*. Venezuela: Universidad de Los Andes, 2004, 65 pp.

HOLMAN, B y Malau, A. A Review of Sheep Wool Quality Traits. *Annual Review and Research in Biology* [en línea]. 2(1) enero del 2012. [Fecha de consulta: 14 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://eprints.utas.edu.au/12715/>  
ISSN: 2231-4776

ORLOVE, Benjamin. *Alpacas, Sheep and Men*. California: Academic Press, 1977. 211 pp.  
ISBN: 0-12-527850-0

CENSO Nacional Agropecuario [en línea]. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012. [Fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en: [bit.ly/3G8CFpJ](http://bit.ly/3G8CFpJ)

PALACIO, Oscar, CHAVEZ, Alvaro y VELASQUEZ, Yessica. Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados. *Scielo* [en línea]. 21(53). Septiembre del 2017. [Fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en: [bit.ly/3wxLypy](http://bit.ly/3wxLypy)  
ISSN:0123-921X

STANDARD Test Method for Particle-Size Analysis of Soils [Boletín]. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL. 2007. [Fecha de consulta: 11 de marzo del 2022]

STANDARD Test Method for Particle-Size Analysis of Soils [Boletín]. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL. 2018. [Fecha de consulta: 14 de marzo del 2022]

ORTIZ, Luis. *Resistencia de Materiales*. 3. Ed. España: McGraw Hill, 2007. 849 pp.  
ISBN: 9788448156336

STANDARD Test Method for Particle-Size Analysis of Soils [Boletín]. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL. 2003. [Fecha de consulta: 11 de marzo del 2022]

CABALLERO, Karen. Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas. *Portal de Revistas Académicas UTP* [en línea]. 8(1). 2017. [Fecha de consulta: 20 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/234019838.pdf>

TURKMEN, Ibrahim, EKINCI, Enes, KANTARCI, Faith y SARICI, Talha. The mechanical and physical properties of unfired earth bricks stabilized with gypsum and Elazığ Ferrochrome slag. *Science Direct* [en línea]. 6(2). Diciembre del 2017. [Fecha de consulta: 20 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609017301541>  
ISSN: 2212-6090

BAENA, Guillermina. *Metodología de la Investigación*. 1ra ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. 157 pp.  
ISBN: 978-607-744-748-1

FLORES, Carlos. Polímeros vs. Plásticos [en línea]. 14(1). Octubre 2009. [Fecha de consulta: 11 de marzo del 2022]. Disponible en [https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin14/URL\\_14\\_MEC01.pdf](https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin14/URL_14_MEC01.pdf)  
ISSN: 2076-3166

ALLAFI, Faisal [et al]. Advancements in Applications of Natural wool Fiber: Review Plásticos [en línea]. 26 de abril del 2020. [Fecha de consulta: 22 de marzo del 2022]. Disponible en: [bit.ly/3NuuaHW](https://bit.ly/3NuuaHW)

DOI: 10.1080/15440478.2020.1745128

ARIAS, Jesús, VILLASIS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [en línea]. 63(2). 2016. Fecha de consulta: 14 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181>

ISSN: 2448-9190

### ANEXO 1: Matriz de Consistencia

<b>TÍTULO:</b> “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe con fibra de lana y polímero reciclado en Curahuasi – Abancay – Apurímac”						
<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>PG:</b> ¿Cuál es la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe con la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en Curahuasi - Abancay - Apurímac?	<b>OG:</b> Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del adobe con la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en Curahuasi - Abancay - Apurímac	<b>HG:</b> Las propiedades físicas y mecánicas del adobe mejoran un 15% con la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en Curahuasi - Abancay - Apurímac.	<b>VI:</b> Fibra de lana y polímero reciclado.	Dosificación	Porcentaje	<b>Tipo de Estudio:</b> Aplicada  <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental
					Peso	
<b>PE 01:</b> ¿Cuál es la influencia de la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en las propiedades físicas del adobe en Curahuasi - Abancay - Apurímac?	<b>OE 01:</b> Determinar la influencia de la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en las propiedades físicas del adobe en Curahuasi - Abancay - Apurímac.	<b>HE 01:</b> La incorporación de fibra de lana y polímero reciclado mejora las propiedades físicas del adobe un 15% en Curahuasi - Abancay - Apurímac.	<b>VD:</b> Propiedades del adobe.	Propiedades Físicas	Succión	<b>Población:</b> 63 unidades de adobe.  <b>Muestra:</b> 63 unidades de adobe (Población censal)
					Alabeo	
					Variación Dimensional	
<b>PE 02:</b> ¿Cuál es la influencia de la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en las propiedades mecánicas del adobe en Curahuasi - Abancay - Apurímac?	<b>OE 02:</b> Determinar la influencia de la incorporación de fibra de lana y polímero reciclado en las propiedades mecánicas del adobe en Curahuasi - Abancay - Apurímac.	<b>HE 02:</b> La incorporación de fibra de lana y polímero reciclado mejora las propiedades mecánicas del adobe un 15% en Curahuasi - Abancay - Apurímac.	<b>VD:</b> Propiedades del adobe.	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión	<b>Muestreo:</b> -
					Resistencia a la Tracción	

**Fuente:** Elaboración Propia

### ANEXO 02: Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>VI:</b> Fibra de lana y polímero reciclado.	Los polímeros son materiales formados por compuestos químicos obtenidas a partir del petróleo crudo o gas natural del que los termoplásticos son la familia fácilmente reciclable (Flores, 2009, p. 5). La fibra de lana son elementos alargados producidas por animales como los ovinos y químicamente formados por la proteína queratina, siendo una de las principales fuentes renovables usada en el sector textil y en la agricultura (Allafi, Sohrab, Lalung, Marwan y Salehabadi, 2020, párr. 1).	Elementos que se adicionarán a las unidades de adobe tradicional e influirán en las propiedades físicas y mecánica, es decir, sobre la variable dependiente.	Dosificación	Porcentaje (0.5% y 1%)	Razón
				Peso	gr
<b>VD:</b> Propiedades del adobe.	Las propiedades mecánicas determinan el comportamiento de los materiales bajo la aplicación de fuerza, las principales son la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción los que se miden en kg/cm <sup>2</sup> o PSI (Instituto de Física, 2022, párr. 1).	Son las propiedades que se modificarán en base a la variable independiente y serán cuantificadas mediante la realización de ensayos de laboratorio	Propiedades Físicas	Succión	kg/cm <sup>2</sup>
				Alabeo	kg/cm <sup>2</sup>
				Variación Dimensional	%
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión	gr/min/200 cm <sup>2</sup>
Resistencia a la Tracción	mm				

**Fuente:** Elaboración Propia

### ANEXO 03: PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 30** Fallas por compresión en el adobe.  
*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 31.** Desmoldado de adobes

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 32.** Adobes en cubos de 10 cm

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 33.** Realización del ensayo de Limites de consistencia

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 34.** Realización del ensayo de granulometría

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 35.** Realización de ensayo de succión

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 36.** Maquina de rotura  
*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 37.** Falla del adobe a compresión  
*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 38.** Realización del ensayo de alabeo  
*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 39.** Realización de los ensayos INSITU  
*Fuente: Elaboración propia.*

# ANEXO 05: CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.613

**TESIS :** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC

**SOLICITANTE :** Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA

**MUESTRA :** ADOBE PATRÓN (10.00 cm X 10.00 cm X 10.00 cm.)

**LUGAR :** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**FECHA :** 28 DE ABRIL DEL 2022

### MUESTRA : PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	AREA BRUTA	ESF. ROTURA	F'b	FECHA
		Kg	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA
1	ADOBE PATRÓN 10.02 X 10.15 cm M-1	1560.00	101.703	15.34	10.20	28/04/2022
2	ADOBE PATRÓN 10.05 X 10.11 cm M-2	1320.00	101.6055	12.99	10.20	28/04/2022
3	ADOBE PATRÓN 9.98 X 10.08 cm M-3	1450.00	100.5984	14.41	10.20	28/04/2022
4	ADOBE PATRÓN 10.18 X 10.12 cm M-4	1380.00	103.0216	13.40	10.20	28/04/2022
5	ADOBE PATRÓN 10.62 X 10.55 cm M-5	1630.00	112.041	14.55	10.20	28/04/2022
6	ADOBE PATRÓN 9.78 X 9.98 cm M-6	1610.00	97.6044	16.50	10.20	28/04/2022
		<b>PROMEDIO kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>14.53</b>		

### OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS.
- 3.- Fb LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÚLTIMA SEGÚN NORMA E. 080 ES DE 10.20 kg/cm<sup>2</sup>

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 QIP 52794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.613

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS  
RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC  
**SOLICITANTE** : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA  
**MUESTRA** : ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO (10.00 cm X 10.00 cm X 10.00 cm.)  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

**MUESTRA : ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO**

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	AREA BRUTA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F' <sup>b</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA ROTURA
1	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 10.15 X 10.18 cm M-1	1720.00	103.327	16.65	10.20	28/04/2022
2	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 10.09 X 10.15 cm M-2	1870.00	102.4135	18.26	10.20	28/04/2022
3	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 10.28 X 10.23 cm M-3	2060.00	105.1644	19.59	10.20	28/04/2022
4	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 10.30 X 10.28 cm M-4	1530.00	105.884	14.45	10.20	28/04/2022
5	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 10.25 X 10.22 cm M-5	1550.00	104.755	14.80	10.20	28/04/2022
6	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 10.18 X 10.20 cm M-6	1746.00	103.836	16.81	10.20	28/04/2022
		<b>PROMEDIO</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>16.76</b>		

### OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS.
- 3.- f'<sup>b</sup> LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÚLTIMA SEGÚN NORMA E. 080 ES DE 10.20 kg/cm<sup>2</sup>

UANCV - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Ing. José Antonio Paredes Vera  
OIP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.613

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC

**SOLICITANTE** : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA

**MUESTRA** : ADOBE CON 1% DE ADITIVO (10.00 cm X 10.00 cm X 10.00 cm.)

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

**MUESTRA : ADOBE CON 1% DE ADITIVO**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	AREA BRUTA	ESF. ROTURA	F <sup>b</sup>	FECHA
		Kg	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA
1	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 10.08 X 10.10 cm M-1	2050.00	101.808	20.14	10.20	28/04/2022
2	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 10.22 X 10.18 cm M-2	2040.00	104.0396	19.61	10.20	28/04/2022
3	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 10.17 X 10.14 cm M-3	2290.00	103.1238	22.21	10.20	28/04/2022
4	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 10.05 X 10.07 cm M-4	2220.00	101.2035	21.94	10.20	28/04/2022
5	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 10.11 X 10.08 cm M-5	2230.00	101.9088	21.88	10.20	28/04/2022
6	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 10.17 X 10.16 cm M-6	2140.00	103.3272	20.71	10.20	28/04/2022
		<b>PROMEDIO</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>21.08</b>		

**OBSERVACIONES:**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LOS ADOBES FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS.
- 3.- F<sup>b</sup> LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÚLTIMA SEGÚN NORMA E. 080 ES DE 10.20 kg/cm<sup>2</sup>

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Ing. José Antonio Paredes Vere  
 QHP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

ASTM C 496

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS  
RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC  
**SOLICITANTE** : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA  
**MUESTRA** : ADOBE PATRÓN CILINDRO (L-30.00 cm Ø15.00 cm)  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

**MUESTRA: ADOBE PATRÓN**

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	FECHA	ESF. ROTURA
		Kg	cm	cm	cm <sup>2</sup>	VACIADO	Kg/cm <sup>2</sup>
1	ADOBE PATRÓN 15.20 X 29.90 cm	815.00	29.90	15.20	1427.79	28/04/2022	1.14
	M-1						
2	ADOBE PATRÓN 15.15 X 30.70 cm	960.00	30.70	15.15	1461.17	28/04/2022	1.31
	M-2						
3	ADOBE PATRÓN 15.18 X 30.50 cm	845.00	30.50	15.18	1454.53	28/04/2022	1.16
	M-3						
4	ADOBE PATRÓN 15.20 X 29.95 cm	850.00	29.95	15.20	1430.18	28/04/2022	1.19
	M-4						
5	ADOBE PATRÓN 15.21 X 29.90 cm	840.00	29.90	15.21	1428.73	28/04/2022	1.18
	M-5						
6	ADOBE PATRÓN 15.20 X 30.90 cm	915.00	30.90	15.20	1475.54	28/04/2022	1.24
	M-6						
PROMEDIO						kg/cm <sup>2</sup>	1.20

**OBSERVACIONES:**

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCY - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO  
M.S.C.A.  
JEFATURA  
Ing. José Antonio Paredes Vera  
GIP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

ASTM C 496

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS  
RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC  
**SOLICITANTE** : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA  
**MUESTRA** : ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO- CILINDRO (L-30.00 cm Ø15.00 cm)  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

**MUESTRA: ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO**

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	FECHA	ESF. ROTURA
		Kg	cm	cm	cm <sup>2</sup>	VACIADO	Kg/cm <sup>2</sup>
1	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 15.20 X 31.00 cm M-1	930.00	31.00	15.20	1480.32	28/04/2022	1.26
2	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 15.15 X 30.70 cm M-2	905.00	30.70	15.15	1461.17	28/04/2022	1.24
3	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 15.30 X 31.00 cm M-3	930.00	31.00	15.30	1490.06	28/04/2022	1.25
4	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 15.25 X 31.00 cm M-4	920.00	31.00	15.25	1485.19	28/04/2022	1.24
5	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 15.20 X 31.00 cm M-5	890.00	31.00	15.20	1480.32	28/04/2022	1.20
6	ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO 15.30 X 30.90 cm M-6	970.00	30.90	15.30	1485.25	28/04/2022	1.31
PROMEDIO						kg/cm <sup>2</sup>	1.25

### OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCV - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Ing. José Antonio Paredes Vera  
GIP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

ASTM C 496

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC  
**SOLICITANTE** : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA  
**MUESTRA** : ADOBE CON 1% DE ADITIVO- CILINDRO (L-30.00 cm Ø15.00 cm)  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**FECHA** : 28 DE ABRIL DEL 2022

**MUESTRA: ADOBE CON 1% DE ADITIVO**

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	FECHA	ESF. ROTURA
		Kg	cm	cm	cm <sup>2</sup>	VACIADO	Kg/cm <sup>2</sup>
1	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 15.18 X 29.95 cm M-1	1065.00	29.95	15.18	1428.30	28/04/2022	1.49
2	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 15.17 X 30.55 cm M-2	1080.00	30.55	15.17	1455.95	28/04/2022	1.48
3	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 15.28 X 31.85 cm M-3	1095.00	31.85	15.28	1528.91	28/04/2022	1.43
4	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 15.23 X 31.88 cm M-4	1030.00	31.88	15.23	1525.35	28/04/2022	1.35
5	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 15.18 X 30.57 cm M-5	1110.00	30.57	15.18	1457.86	28/04/2022	1.52
6	ADOBE CON 1% DE ADITIVO 15.09 X 30.93 cm M-6	1055.00	30.93	15.09	1466.29	28/04/2022	1.44
PROMEDIO						kg/cm <sup>2</sup>	1.45

### OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



LUANCY FICP  
CAP INGENIERIA CIVIL  
Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
OHP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS RECICLADOS  
Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC

**SOLICITANTE** : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA

**MUESTRA** : ADOBE PATRON (30.00 cm X 15.00 cm X 12.00 cm.)

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**FECHA** : 26 DE ABRIL DEL 2022

ADOBE Nº	DESCRIPCIÓN: ADOBE PATRÓN	CARA A (mm)	CARA B (mm)	PROMEDIO
1	CONCAVIDAD EXTREMO 01	6.00	4.50	5.25 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	4.50	7.50	6.00 mm.

ADOBE Nº	DESCRIPCIÓN: ADOBE PATRÓN	CARA A (mm)	CARA B (mm)	PROMEDIO
2	CONCAVIDAD EXTREMO 01	4.80	3.00	3.90 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	4.50	2.00	3.25 mm.

ADOBE Nº	DESCRIPCIÓN: ADOBE PATRÓN	CARA A (mm)	CARA B (mm)	PROMEDIO
3	CONCAVIDAD EXTREMO 01	9.00	6.00	7.50 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	10.00	7.00	8.50 mm.

PROMEDIO CONCAVIDAD EXTREMO

5.55 mm.

PROMEDIO CONVEXIDAD EXTREMO

5.92 mm.

**OBSERVACIONES :**

1.- LOS ADOBES FUERON PUESTOS Y ETIQUETADOS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
Ing. José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURÍMAC  
**SOLICITANTE** : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA  
**MUESTRA** : ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO (30.00 cm X 15.00 cm X 12.00 cm.)  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**FECHA** : 26 DE ABRIL DEL 2022

ADOBE N°	DESCRIPCIÓN: ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO	CARA A (mm)	CARA B (mm)	PROMEDIO
1	CONCAVIDAD EXTREMO 01	8.50	3.50	6.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	8.70	3.00	5.85 mm.

ADOBE N°	DESCRIPCIÓN: ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO	CARA A (mm)	CARA B (mm)	PROMEDIO
2	CONCAVIDAD EXTREMO 01	5.50	6.00	5.75 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	7.00	4.00	5.50 mm.

ADOBE N°	DESCRIPCIÓN: ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO	CARA A (mm)	CARA B (mm)	PROMEDIO
3	CONCAVIDAD EXTREMO 01	5.50	2.50	4.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	8.50	2.50	5.50 mm.

PROMEDIO CONCAVIDAD EXTREMO 5.25 mm.  
PROMEDIO CONVEXIDAD EXTREMO 5.62 mm.

**OBSERVACIONES :**

1.- LOS ADOBES FUERON PUESTOS Y ETIQUETADOS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV - FICP  
C.A.P. INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
Mgtr. José Antonio Paredes Vara  
GIP 82794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURÍMAC  
**SOLICITANTE** : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA  
**MUESTRA** : ADOBE CON 1% DE ADITIVO (30.00 cm X 15.00 cm X 12.00 cm.)  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**FECHA** : 26 DE ABRIL DEL 2022

ADOBE N°	DESCRIPCIÓN: ADOBE CON 1% DE ADITIVO	CARA A (mm)	CARA B (mm)	PROMEDIO
1	CONCAVIDAD EXTREMO 01	7.00	1.00	4.00 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	9.00	3.00	6.00 mm.

ADOBE N°	DESCRIPCIÓN: ADOBE CON 1% DE ADITIVO	CARA A (mm)	CARA B (mm)	PROMEDIO
2	CONCAVIDAD EXTREMO 01	5.50	3.00	4.25 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	5.00	2.50	3.75 mm.

ADOBE N°	DESCRIPCIÓN: ADOBE CON 1% DE ADITIVO	CARA A (mm)	CARA B (mm)	PROMEDIO
3	CONCAVIDAD EXTREMO 01	4.50	2.00	3.25 mm.
	CONVEXIDAD EXTREMO 02	8.50	2.00	5.25 mm.

PROMEDIO CONCAVIDAD EXTREMO **3.83 mm.**  
PROMEDIO CONVEXIDAD EXTREMO **5.00 mm.**

**OBSERVACIONES :**

1.- LOS ADOBES FUERON PUESTOS Y ETIQUETADOS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCY - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
OIP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

**TESIS :** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS  
 RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAI - APURIMAC  
**SOLICITANTE :** Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA  
**MUESTRA :** ADOBE (30.00 cm X 15.00 cm X 12.00 cm.)  
**LUGAR :** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**FECHA :** 26 DE ABRIL DEL 2022

### MUESTRA: ADOBE PATRON

MUESTRA	P1	P2	DIMENSIONES		Area	Succión gr/200 cm <sup>2</sup> min
	gr.	gr.	Largo	Ancho	Cm <sup>2</sup>	
1	9743	9780	16.15	31.70	511.96	14.45
2	9670	9709	16.39	31.89	522.68	14.92
3	9817	9851	16.19	31.62	511.93	13.28
PROMEDIO FINAL						14.22

### MUESTRA: ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO

MUESTRA	P1	P2	DIMENSIONES		Area	Succión gr/200 cm <sup>2</sup> min
	gr.	gr.	Largo	Ancho	Cm <sup>2</sup>	
1	9775	9807	15.86	31.65	501.97	12.75
2	9778	9811	15.86	31.52	499.91	13.20
3	9785	9818	15.95	31.51	502.58	13.13
PROMEDIO FINAL						13.03

### MUESTRA: ADOBE CON 1% DE ADITIVO

MUESTRA	P1	P2	DIMENSIONES		Area	Succión gr/200 cm <sup>2</sup> min
	gr.	gr.	Largo	Ancho	Cm <sup>2</sup>	
1	9409	9438	16.14	31.53	508.89	11.40
2	9389	9422	16.40	31.52	516.93	12.77
3	9473	9510	16.90	31.40	530.66	13.94
PROMEDIO FINAL						12.70

P1 Peso de la unidad después de secar en estufa  
 P2 Peso de la unidad en gr. Luego de haberle sometido con película de agua.

### OBSERVACIONES :

- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.
- LAS BLOQUETAS DE ADOBE PRESENTAN DESMORONAMIENTO



UANCV FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 QIP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚRAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NTP 339.613

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC

**SOLICITANTE** : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA

**MUESTRA** : ADOBE PATRÓN (30.00 cm X 15.00 cm X 12.00 cm.)

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**FECHA** : 26 DE ABRIL DEL 2022

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIÓN (cm)	MEDICIÓN 1	MEDICIÓN 2	MEDICIÓN 3	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN DE FABRICA	V (%)
ADOBE PATRÓN M-1	LARGO (cm)	31.75	31.70	31.55	31.80	31.70	30.00	5.67%
	ANCHO (cm)	16.12	16.15	16.18	16.14	16.15	15.00	7.65%
	ALTURA (cm)	11.21	11.18	11.18	11.19	11.19	12.00	6.75%
ADOBE PATRÓN M-2	LARGO (cm)	31.87	31.91	31.89	31.90	31.89	30.00	6.31%
	ANCHO (cm)	16.36	16.39	16.42	16.38	16.39	15.00	9.25%
	ALTURA (cm)	11.04	11.00	10.96	10.98	11.00	12.00	8.37%
ADOBE PATRÓN M-3	LARGO (cm)	31.60	31.65	31.62	31.60	31.62	30.00	5.39%
	ANCHO (cm)	16.14	16.20	16.21	16.16	16.18	15.00	7.85%
	ALTURA (cm)	10.23	10.21	10.18	10.18	10.20	12.00	15.00%

PROMEDIO FINAL LARGO	31.74
PROMEDIO FINAL ANCHO	16.24
PROMEDIO FINAL ALTURA	10.80

$$V(\%) = 100 \frac{(De - Dp)}{De}$$

V.D. (%) - LARGO	5.79%
V.D. (%) - ANCHO	8.25%
V.D. (%) - ALTURA	10.04%

**OBSERVACIONES :**  
 1.- LOS ADOBES FUERON PUESTOS Y ETIQUETADOS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCY - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
 QIP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NTP 339.613

**TESIS :** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS RECICLADOS

**Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC**

**SOLICITANTE :** Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA

**MUESTRA :** ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO (30.00 cm X 15.00 cm X 12.00 cm.)

**LUGAR :** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**FECHA :** 26 DE ABRIL DEL 2022

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIÓN (cm)	MEDICIÓN 1	MEDICIÓN 2	MEDICIÓN 3	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN DE FABRICA	V (%)
ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO M-1	LARGO (cm)	31.65	31.68	31.67	31.65	31.66	30.00	5.54%
	ANCHO (cm)	16.10	16.10	16.13	16.16	16.12	15.00	7.48%
	ALTURA (cm)	11.15	11.25	11.10	11.30	11.20	12.00	6.67%
ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO M-2	LARGO (cm)	31.50	31.54	31.55	31.52	31.53	30.00	5.09%
	ANCHO (cm)	15.85	15.83	15.89	15.87	15.86	15.00	5.73%
	ALTURA (cm)	11.50	11.44	11.49	11.44	11.47	12.00	4.44%
ADOBE CON 0.5% DE ADITIVO M-3	LARGO (cm)	31.48	31.54	31.52	31.52	31.52	30.00	5.05%
	ANCHO (cm)	15.90	15.94	16.00	15.95	15.95	15.00	6.32%
	ALTURA (cm)	11.48	11.49	11.50	11.44	11.48	12.00	4.35%

PROMEDIO FINAL LARGO	31.57
PROMEDIO FINAL ANCHO	15.98
PROMEDIO FINAL ALTURA	11.38

$$V(\%) = 100 \frac{(De - Dp)}{De}$$

V.D. (%) - LARGO	5.23%
V.D. (%) - ANCHO	6.51%
V.D. (%) - ALTURA	5.15%

**OBSERVACIONES :**

1.- LOS ADOBES FUERON PUESTOS Y ETIQUETADOS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCY - FICP  
 OAP INGENIERIA CIVIL

Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
 QIP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NTP 339.613

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS RECICLADOS

Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA

MUESTRA : ADOBE CON 1% DE ADITIVO (30.00 cm X 15.00 cm X 12.00 cm.)

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FECHA : 26 DE ABRIL DEL 2022

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIÓN (cm)	MEDICIÓN 1	MEDICIÓN 2	MEDICIÓN 3	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN DE FABRICA	V (%)
ADOBE CON 1% DE ATIVO M-1	LARGO (cm)	31.50	31.54	31.56	31.50	31.53	30.00	5.08%
	ANCHO (cm)	16.15	16.17	16.13	16.15	16.15	15.00	7.67%
	ALTURA (cm)	11.10	11.11	11.00	11.20	11.10	12.00	7.48%
ADOBE CON 1% DE ATIVO M-2	LARGO (cm)	31.50	31.54	31.55	31.51	31.53	30.00	5.08%
	ANCHO (cm)	16.45	16.38	16.35	16.43	16.40	15.00	9.35%
	ALTURA (cm)	11.54	11.47	11.49	11.52	11.51	12.00	4.13%
ADOBE CON 1% DE ATIVO M-3	LARGO (cm)	31.40	31.40	31.39	31.41	31.40	30.00	4.67%
	ANCHO (cm)	16.85	16.94	16.91	16.92	16.91	15.00	12.70%
	ALTURA (cm)	11.12	11.10	11.08	11.14	11.11	12.00	7.42%

PROMEDIO FINAL LARGO	31.48
PROMEDIO FINAL ANCHO	16.49
PROMEDIO FINAL ALTURA	11.24

$$V(\%) = 100 \frac{(De - Dp)}{De}$$

V.D. (%) - LARGO	4.94%
V.D. (%) - ANCHO	9.91%
V.D. (%) - ALTURA	6.34%

OBSERVACIONES :

1.- LOS ADOBES FUERON PUESTOS Y ETIQUETADOS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



ABANCAY - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mtro. José Antonio Carreras Vera  
 QIP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

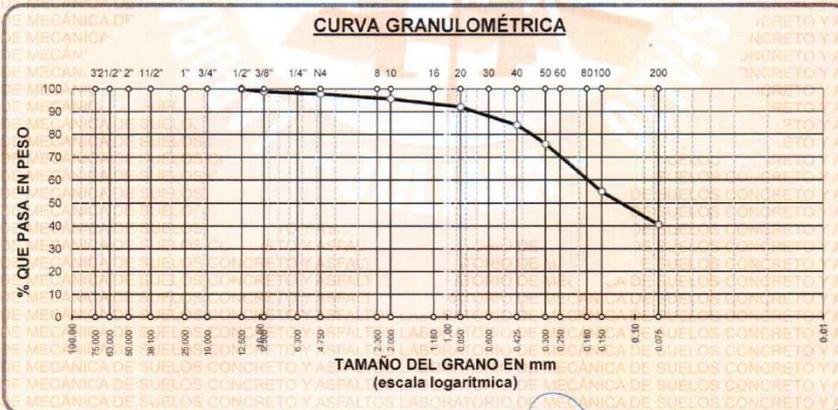


### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS  
RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC  
SOLICITANTE : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA  
UBICACIÓN : DISTRITO DE CURAHUASI - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURIMAC  
MUESTRA : CIUDAD DE CURAHUASI  
FECHA : 29 DE ABRIL DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 2000.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 1190.04
2"	50.000						P.P.= 809.96
1 1/2"	38.100						% w = 10.68
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 36.30
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 23.64
3/8"	9.500	22.20	1.11	1.11	98.89		I.P.= 12.66
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	21.36	1.07	2.18	97.82		D10= ---- Cu= ----
No8	2.360						D30= ---- Cc= ----
No10	2.000	43.12	2.16	4.33	95.67		D60= 0.19
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	71.64	3.58	7.92	92.08		SUCS : SC
No30	0.600						ARENA CON ARCILLA
No40	0.425	159.64	7.98	15.90	84.10		OBSERVACIONES:
No 50	0.300	166.80	8.34	24.24	75.76		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	417.64	20.88	45.12	54.88		
No200	0.075	287.64	14.38	59.50	40.50		
BASE		809.96	40.50	100.00	0.00		
TOTAL		2000.00	100.00				
% PERDIDA							



UANCV - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794

B. N° 005-280091



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON POLÍMEROS  
 RECICLADOS Y FIBRA DE LANA EN CURAHUASI - ABANCAY - APURIMAC  
**SOLICITANTE** : Bach. LUIS ÁNGEL CASTILLO TALAVERA  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CURAHUASI - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURIMAC  
**MUESTRA** : CIUDAD DE CURAHUASI  
**FECHA** : 29 DE ABRIL DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
 ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	358.29
SUELO SECO + TARRO	gr	329.51
PESO DEL TARRO	gr	60.05
PESO DEL AGUA	gr	28.78
PESO DEL SUELO SECO	gr	269.46
HUMEDAD %	%	10.68

**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
 ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LIQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
	A	B	X	Y
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	33.93	30.42	12.92
SUELO SECO + TARRO	gr	29.93	27.36	11.66
PESO DEL TARRO	gr	18.77	18.66	6.25
PESO DEL AGUA	gr	4.00	3.06	1.26
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.16	8.70	5.41
HUMEDAD %	%	35.84	35.17	23.29
N° DE GOLPES		30	30	23.99

**LÍMITE LIQUIDO %** : 36.30      **LÍMITE PLÁSTICO %** : 23.64

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : 12.66

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mtro. José Antonio Paredes Vera  
 QIP 82794

B. N° 005-280091

## ANEXO 06: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 112 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	505-2021
2. Solicitante	UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
3. Dirección	P.J. LA CULTURA NRO. 305 CERCADO / JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	2100 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.10 g
Clase de exactitud	III
Marca	AND
Modelo	GX-2000
Número de Serie	14547877
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO
5. Fecha de Calibración	2021-11-05

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

2021-11-12

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



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

# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 047 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	505-2021	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).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ	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.
3. Dirección	PI. LA CULTURA NRO. 305 CERCADO / JULIACA - SAN ROMAN - PUNO	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.
4. Equipo	HORNO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Alcance Máximo	300 °C	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	HUMBOLDT	
Modelo	H-30145E.4F	
Número de Serie	B231ER-00065	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2021-11-05

Fecha de Emisión 2021-11-12

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 065 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	505-2021
2. Solicitante	UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
3. Dirección	PJ. LA CULTURA NRO. 305 CERCADO / JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
4. Equipo	PRESA DE CONCRETO
Capacidad	200000 kgf
Marca	ELE INTERNATIONAL
Modelo	36-3088/06
Número de Serie	1010000016
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	ELE INTERNATIONAL
Modelo	23195/2021 / 1886B0033
Número de Serie	1886-143/8
Resolución	10 kgf
5. Fecha de Calibración	2021-11-05

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

2021-11-12

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 111 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	505-2021
2. Solicitante	UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
3. Dirección	PJ. LA CULTURA NRO. 305 CERCADO / JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	600 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.10 g
Clase de exactitud	III
Marca	AND
Modelo	EK-601i
Número de Serie	P1884276
Capacidad mínima	0.20 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2021-11-05

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

2021-11-12

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 111 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
P.J. LA CULTURA NRO. 305 CERCADO / JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15.4 ° C	15.4 ° C
Humedad Relativa	35%	35%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0842-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1695-2021

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

## ANEXO 07: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

**TÍTULO DE TESIS** : "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe con fibra de lana y polímero reciclado en Curahuasi – Abancay – Apurímac"  
**TESISTA** : Castillo Talavera, Luis Angel  
**ASESORA** : Ing. Andia Arias, Janet Yessica

#### I. VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN (OLANO, 2003)		
		Experto 01	Experto 02	Experto 03
		1 - 5	1 - 5	1 - 5
Claridad	Los formularios se encuentran en un lenguaje adecuado y específico.	5	4	5
Objetividad	Expresa el alcance del proyecto.	5	4	5
Estructura	Tiene un orden lógico el contenido.	4	5	4
Eficiencia	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.	4	4	4
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.	5	5	5
Consistencia	Basado en aspectos teórico	4	5	5
Coherencia	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores.	5	5	4
Metodología	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.	5	4	4
<b>VALORACIÓN TOTAL</b>		<b>37</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>36.33</b>		

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACIÓN	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACIÓN	0 - 20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

#### II. CONCLUSIONES

La valoración obtenida fue de 36.33 y está dentro del rango buena y por lo tanto la validación es aprobada.

Juliaca, 12 de abril del 2022

  
 ING. EDWIN LUQUE HUANCA  
 EXPERTO 01

  
 ING. ANDIA ARIAS QUISPE  
 INGENIERO CIVIL  
 EXPERTO 02

  
 EXPERTO 03

## ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

### I. EXPERTOS

<b>EXPERTO 01</b>	Apellidos y Nombres	: Luque Huanca, Edwin
	CIP	: 81492
	Grado y Especialidad	: Ingeniero Civil
	Cargo y Ocupación	: Gerente de Infraestructura MDSM

<b>EXPERTO 02</b>	Apellidos y Nombres	: Huanca Salazar, Edilson
	CIP	: 223663
	Grado y Especialidad	: Ingeniero Civil
	Cargo y Ocupación	: Ingeniero Residente de Obras

<b>EXPERTO 03</b>	Apellidos y Nombres	: Mamani Quispe, Andrés
	CIP	: 128266
	Grado y Especialidad	: Ingeniero Civil
	Cargo y Ocupación	: Ingeniero Supervisor de Obras

### II. VALIDACIÓN

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	VALORACIÓN (OSED, 2011)		
			EXPERTO 01	EXPERTO 02	EXPERTO 03
Fibra De Lana Y Polímero Reciclado	Dosificación	Porcentaje del Aditivo	0.70	0.80	0.70
		Peso del Aditivo	0.80	0.80	0.70
Propiedades del Adobe	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión	0.70	0.80	0.80
		Resistencia a la Tracción	0.70	0.70	0.70
	Propiedades Físicas	Succión	0.60	0.70	0.70
		Var. Dimensional	0.70	0.80	0.80
		Alaveo	0.70	0.80	0.70
<b>SUB TOTAL</b>			0.70	0.77	0.73
<b>VALORACIÓN TOTAL</b>			0.73		

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

Escala	Nula Validación	Baja Validación	Valida	Muy Valida	Excelente	Perfecta
RANGO	0 - 0.53	0.54 - 0.59	0.60 - 0.65	0.66 - 0.71	0.72 - 0.99	1.00

Fuente: Adaptación de Oseda (2011)

### III. CONCLUSIONES

La valoración obtenida fue de 0.73 y está dentro del rango de valoración excelente.

Juliaca, 12 de abril del 2022

  
 ING. EDWIN LUQUE HUANCA  
 EXPERTO 01

  
 Andrés Mamani Quispe  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 128266  
 EXPERTO 02

  
 Edilson Huanca Salazar  
 CIP N° 223663  
 EXPERTO 03



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

NTP 339.613

CÓD DE TRABAJO: \_\_\_\_\_ FECHA Y HORA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DEL ENSAYO: \_\_\_\_\_

CÓD. DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ÁREA DE LA MUESTRA	CARGA
	cm <sup>2</sup>	Kg.

OBS: \_\_\_\_\_

CÓD. DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ÁREA DE LA MUESTRA	CARGA
	cm <sup>2</sup>	Kg.

OBS: \_\_\_\_\_

CÓD. DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ÁREA DE LA MUESTRA	CARGA
	cm <sup>2</sup>	Kg.

OBS: \_\_\_\_\_

FORMATO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ING. EDWIN LUQUE HUANCA

ING. EDWIN LUQUE HUANCA  
INGENIERO CIVIL  
N° 128195

ING. Edison Huanca Sotolongo  
CIP N° 223663



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN**  
ASTM C 496

CÓD DE TRABAJO: \_\_\_\_\_

FECHA Y HORA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DEL ENSAYO: \_\_\_\_\_

CÓD. DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES			CARGA
	Largo (Cm)	Diametro (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Kg.

OBS: \_\_\_\_\_

CÓDIGO DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES			CARGA
	Largo (Cm)	Diametro (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Kg.

OBS: \_\_\_\_\_

CÓDIGO DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES			CARGA
	Largo (Cm)	Diametro (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Kg.

OBS: \_\_\_\_\_

FORMATO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV

  
ING. EDWIN LUQUE HUANCA

  
Andrés Mamani Quispe  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 128266

  
Ing. Edison Huanca Salazar  
CIP N° 223863



**ENSAYO DE ALABEO**

NTP 339.613

CÓD DE TRABAJO: \_\_\_\_\_ FECHA Y HORA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DEL ENSAYO: \_\_\_\_\_

CÓDIGO: \_\_\_\_\_

ALABEO		CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
BLOQUE 1	CARA A		
	CARA B		
BLOQUE 2	CARA A		
	CARA B		
BLOQUE 3	CARA A		
	CARA B		

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

FORMATO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV

ING. EDWIN LUQUE HUANCA

Andrés Huamán Quispe  
ING. GEÓMETRO CIVIL  
Reg. CP N° 128266

Ing. Edison Huanca Salazar  
CIP N° 223663



**ENSAYO DE SUCCIÓN**

NTP 339.613

CÓD DE TRABAJO: \_\_\_\_\_ FECHA Y HORA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DEL ENSAYO: \_\_\_\_\_ ENCARGADO DEL ENSAYO: \_\_\_\_\_

COD DE LA MUESTRA: \_\_\_\_\_

COD DE LA BALANZA: \_\_\_\_\_ COD DE BANDEJA: \_\_\_\_\_

DIMENSIONES DE LOS ESPECIMENES			PESO	
LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr)

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

FORMATO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV

  
ING. EDWIN LUQUE HUANCA

  
  
Andrés Mamani Quispe  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 129266

  
  
Ing. Edison Huanca Salazar  
CIP N° 223663



ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENCIONAL

NTP 339.613

CÓD DE TRABAJO: \_\_\_\_\_

FECHA Y HORA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DEL ENSAYO: \_\_\_\_\_

CODIGO DE LA MUESTRA:

DIMENSIONES	MEDICIÓN DE FABRICA(cm)	MEDICIÓN 1 (cm)	MEDICIÓN 2 (cm)	MEDICIÓN 3 (cm)	MEDICIÓN 4 (cm)	PROMEDIO (cm)
LARGO						
ANCHO						
ALTURA						

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

FORMATO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV

  
ING. EDWIN LUQUE HUANCA

  
Andrés Yamami Quispe  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 128266

  
Ing. Edison Huanca Salazar  
CIP N° 223663