



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Adición de lana de ovino procesado para mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas, distrito de Palca, Puno, 2022

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Olarte Mamani, Isaú Erick (Orcid.org/0000-0002-7292-1621)

Velasquez Mamani, Luz Merayda (Orcid.org/0000-0002-1470-6085)

**ASESOR:**

M.Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (Orcid.org/0000-00002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mis padres Sergio, Reyna y a mis hermanos quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme día a día e impulsar para seguir adelante.

También le dedico a mi hijo Logan quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme y poder llegar a ser un ejemplo para él.

***Olarte Mamani, Isaú Erick***

A mis padres Antonio y Vilma, pilares fundamentales en mi vida quienes con su amor, paciencia, sacrificio, apoyo, consejos, principios y valores me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí, el ejemplo de esfuerzo y valentía, se los debo a ellos en especial esta tesis porque me enseñaron a luchar por lo que me gusta y alcanzar mis sueños. Y a mis hermanos Jimena y Caleb por qué son mi motivación para seguir adelante.

***Velasquez Mamani, Luz Merayda***

## **Agradecimientos**

Agradecer a Dios por guiarme en el camino correcto, en el transcurso de mi vida brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mi meta propuesta. Y a mi familia por todos sus consejos, quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino, los amo con mi vida.

Agradecer a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez a la Facultad de Ingeniería civil, por haberme dado una oportunidad para poder desenvolver mis habilidades en el estudio, y así mismo agradecer a la universidad César Vallejo por darnos la oportunidad de ser parte de ella, a nuestro asesor de tesis el M.Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy por sus aportaciones y correcciones.

***Olarte Mamani, Isaú Erick***

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez a la Facultad de Ingeniería civil, por haberme dado una oportunidad más para poder estudiar y a la Universidad César Vallejo por permitirme titularme y ser un profesional.

A mi familia, quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino, los amo con mi vida.

Mi sincero agradecimiento al M.Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy por su invaluable colaboración, generosidad, confianza y asesoría en la investigación, en lo personal por su amistad y sus sabios consejos.

A las personas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

***Velasquez Mamani, Luz Merayda***

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	22
3.2. Variable y operacionalización.....	24
3.3. Población, muestra y muestreo.....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimientos .....	29
3.6. Método de Análisis de datos .....	36
3.7. Aspectos éticos.....	36
IV. RESULTADOS .....	37
V. DISCUSIÓN.....	53
VI. CONCLUSIONES .....	56
VII. RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS .....	59
ANEXOS.....	66

## Índice de tablas

Tabla 1. Resultados de adobe con aplicación de lana de ovino .....	9
Tabla 2. Coeficiente de energía calorífica para los componentes .....	10
Tabla 3. Resultados de adobe con la inclusión de fibras de coco.....	11
Tabla 4. Ficha técnica de la lana de oveja .....	16
Tabla 5: Ensayos de Laboratorio.....	27
Tabla 6. Tabla de confiabilidad .....	28
Tabla 7. Valor de alfa de Cronbach.....	28
Tabla 8. Valores de alfa de Cronbach de cada uno de los criterios .....	28
Tabla 9. Características del adobe convencional .....	37
Tabla 10. Resumen de resultados de absorción de la unidad de adobe .....	38
Tabla 11. Resultados de resistencia a la compresión de la unidad de adobe.....	39
Tabla 12. Resultados de resistencia a la compresión del prisma de adobe.....	40
Tabla 13. Medición de temperaturas del módulo convencional .....	41
Tabla 14. Medición de temperaturas con la adición de 0.25%LOP.....	43
Tabla 15. Medición de temperaturas con la adición de 0.50%LOP.....	45
Tabla 16. Medición de temperaturas con la adición de 1.00%LOP.....	47
Tabla 17. Prueba paramétrica de ANOVA de datos de absorción .....	50
Tabla 18. Comparaciones múltiples de Tukey de datos de absorción .....	50
Tabla 19. Prueba paramétrica de ANOVA de la compresión simple.....	51
Tabla 20. Comparaciones múltiples de Tukey de datos de compresión .....	51
Tabla 21. Prueba paramétrica de ANOVA de la compresión axial.....	52
Tabla 22. Comparaciones múltiples de Tukey de la compresión axial.....	52

## Índice de figuras

Figura 1. Viviendas construidas con adobe en el distrito de Palca .....	2
Figura 2. Heladas presentes en la temporada de invierno .....	2
Figura 3. Fibras de animales .....	15
Figura 4. Identificación del tramo de estudio .....	29
Figura 5. Esquila del ovino .....	30
Figura 6. Procedimiento de lavado .....	30
Figura 7. Ensayo de granulometría .....	31
Figura 8. Ensayo de limite liquido.....	32
Figura 9. Ensayo de limite plástico.....	33
Figura 10. Ensayo de absorción.....	33
Figura 11. Unidades de 10cm x 10cm x 10cm.....	34
Figura 12. Prismas de adobe para la compresión axial .....	34
Figura 13. Construcción de los módulos de adobe.....	35
Figura 14. Medición de la temperatura exterior .....	35
Figura 15. Dimensiones de la unidad de adobe .....	37
Figura 16. Resultados de porcentaje de la absorción de la unidad de adobe .....	38
Figura 17. Resultados de resistencia a la compresión de la unidad .....	39
Figura 18. Resultados de resistencia a la compresión del prisma de adobe .....	40
Figura 19. Medición de temperaturas del adobe del módulo convencional.....	42
Figura 20. Medición de temperaturas del módulo A (A+0.25%LOP) .....	44
Figura 21. Medición de temperaturas del módulo B (A+0.50%LOP) .....	46
Figura 22. Medición de temperaturas del módulo C (A+1.00%LOP) .....	48
Figura 23. Prueba de normalidad de los indicadores .....	49

## Resumen

La presente tesis tiene como objetivo general de mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas mediante la adición de lana de ovino procesado, Distrito de Palca, Puno, 2022. La metodología utilizada fue de método hipotético deductivo, tipo aplicativo, enfoque cuantitativo, con diseño experimental y de nivel explicativo. Asimismo mediante los ensayos realizados se obtuvo los resultados de resistencia a la compresión donde el adobe patrón fue 13.117 kg/cm<sup>2</sup> y el máximo valor fue de la incorporación de 0.25% de lana de ovino procesado con 13.050 Kg/cm<sup>2</sup>, en cuanto al esfuerzo admisible a compresión (pilas), el adobe patrón obtuvo 3.61 Kg/cm<sup>2</sup> y el máximo valor fue de la incorporación 1.00% de lana de ovino procesado con 8.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, además en relación a la absorción ninguna de las adiciones presentó mejorías en la unidad de adobe y en la medición de temperatura, se identificó la hora crítica a las 06:00 horas del día, donde la incorporación de 0.25% de lana de ovino procesado se desempeñó mejor con un valor de 0.70°C superando al adobe patrón. Finalmente concluimos que la incorporación de la lana de ovino procesado incrementa las propiedades físicas, mecánicas y térmicas del adobe, por lo que se resalta la importancia que poseen estos materiales.

**Palabras clave:** *Lana de ovino, adobe, propiedades físicas, propiedades mecánicas, propiedades térmicas.*

## Abstract

The general objective of this thesis is to improve the properties of adobe in high Andean dwellings through the expansion of processed sheep wool, District of Palca, Puno, 2022. The methodology used was a hypothetical-deductive method, an application type, an effective approach, with an experimental design. and explanatory level. Likewise, through the tests carried out, the results of compressive strength were obtained where the standard adobe was 13,117 kg/cm<sup>2</sup> and the maximum value was the incorporation of 0.25% of sheep wool processed with 13,050 Kg/cm<sup>2</sup>, in terms of the admissible effort. to compression (piles), the standard adobe obtained 3.61 Kg/cm<sup>2</sup> and the maximum value was the incorporation of 1.00% of sheep wool processed with 8.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectively, also in relation to the absorption none of the additions presented improvements in the adobe unit and in the temperature measurement, the critical hour was identified at 06:00 hours of the day, where the incorporation of 0.25% processed sheep wool performed better with a value of 0.70°C, surpassing the adobe standard. Finally, we conclude that the incorporation of processed sheep wool increases the physical, mechanical and thermal properties of adobe, which highlights the importance of these materials.

**Keywords:** *Sheep wool, adobe, physical properties, mechanical properties, thermal properties.*

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Con base en una evaluación de riesgos para el medio ambiente, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente afirmó que la industria de la construcción es el sector con mayor impacto ambiental. El sector de la construcción es responsable del consumo mundial de energía y agua del 40 % y el 25 % respectivamente, y del 40 % de la utilización mundial de recursos. Para reducir los efectos ecológicos negativos y el consiguiente cambio climático, el sector de la construcción debe llevar a cabo soluciones sostenibles para disminuir la contaminación ambiental y el consumo de recursos como materiales, combustibles y energía (Parlato y Porto, 2020, p. 2).

Además, los coproductos, subproductos y residuos agrícolas pueden jugar un papel importante en la bioarquitectura, ya que podrían valorizarse también en el sector de la construcción, cuando se incorporan a los ladrillos de arcilla con el fin de aumentar sus prestaciones técnicas, contribuyendo así a la mejorar los componentes de construcción tradicionales mediante la adición de elementos naturales. La sostenibilidad solo puede ser posible cuando la construcción utiliza materiales renovables o materiales reciclados de los desechos de la construcción el 50% de las viviendas son a base de este material, esto se debe a que el uso de este material es viable y de fácil acceso (Statuto, Sica y Picuno, 2018, p. 596).

En el país, una de las unidades de albañilería más usadas es el adobe para la construcción de viviendas unifamiliares rústicas, que representan cerca del 27.90% de las viviendas en el Perú, de acuerdo al perfil sociodemográfico del censo realizado en el año 2017, por lo cual es fundamental que estos materiales de construcción cumplan con los parámetros establecidos por las Normas técnicas peruanas, asimismo brindar el confort térmico a las viviendas rurales en las zona altoandinas, de manera fundamental en el altiplano puneño (Suarez et al., 2017, p. 25).

En el departamento de Puno las condiciones climáticas son muy variadas, sin embargo resalta los meses entre mayo y agosto donde se presentan las temperaturas más bajas en el año, principalmente en zonas rurales como se

muestra en la figura 2, donde al no haber el confort térmico o las condiciones adecuadas los pobladores tienden a presentar problemas respiratorios, así mismo la provincia de Lampa se encuentra en la zona 3, es decir que existe un riesgo considerable de producirse movimientos tectónicos como se aprecia en la figura 1, por lo cual resulta indispensable que las unidades de tierra sean mecánicamente adecuadas para estas cargas.

En muchas ocasiones debido a la falta de un buen asesoramiento y economía los pobladores recurren a materiales rústicos para la construcción de sus viviendas



*Figura 1.* Viviendas construidas con adobe en el distrito de Palca  
Fuente. Elaboración propia



*Figura 2.* Heladas presentes en la temporada de invierno  
Fuente. Elaboración propia

## **1.2. Formulación del problema**

Con la problemática expuesta y detallada se formularon las siguientes preguntas.

### **Problema general**

¿Cómo la adición de lana de ovino procesado podría mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022?

### **Problemas específicos:**

¿Cuál es la proporción adecuada de lana de ovino procesado que podría mejorar la propiedad física del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno 2022?

¿Cuál es la proporción adecuada de lana de ovino procesado que podría mejorar las propiedades mecánicas del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022?

¿Cuál es la proporción adecuada de lana de ovino procesado que podría mejorar la propiedad térmica del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022?

## **1.3. Justificación**

### **Justificación técnica**

El presente estudio de investigación buscó dar una alternativa para mejorar las propiedades del adobe, para lo cual se ejecutaron ensayos de laboratorio, para evaluar y analizar su comportamiento físico, mecánico y térmico de las unidades de adobe, basándose en los lineamientos establecidos por la Norma técnica Peruana E 0.80, resaltando que las unidades de adobe son de bajo costo y los materiales que fueron empleados para su elaboración fueron conseguidos en la zona de estudio.

### **Justificación práctica**

El presente estudio se justifica de manera práctica debido a que con los resultados aplicando las dosificaciones de lana de ovino, se pudo obtener una dosificación

adecuada que cumpla con los requerimientos establecidos en la NTP E 0.80, asimismo brinde el confort térmico adecuado.

### **Justificación social**

Se justifica de forma social debido a que con los resultados obtenidos se tuvo una base para que los pobladores puedan aplicar esta metodología y así beneficiarse para la construcción de sus viviendas mejorando sus materiales de construcción y consiguiendo el confort térmico en sus viviendas.

### **Justificación ambiental**

Debido a que el adobe no necesita ser cocido, y cuando cumple su ciclo de vida útil se desintegra de manera natural y fácilmente sin dañar al medio ambiente, asimismo las fibras fueron provenientes de ovinos y no requirieron de procedimientos industrializados para su tratamiento, la lana es un material orgánico, reciclable y renovable.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo principal:**

Mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas mediante la adición de lana de ovino procesado, Distrito de Palca, Puno, 2022.

### **Objetivos secundarios:**

Mejorar la propiedad física del adobe por medio de una proporción óptima de lana de ovino procesado en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.

Incrementar las propiedades mecánicas del adobe por medio de una proporción óptima de lana de ovino procesado en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.

Elevar la propiedad térmica del adobe por medio de una proporción óptima de lana de ovino procesado en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.

## **1.4. Hipótesis**

### **Hipótesis general**

La adición de 0.25% de lana de ovino procesado mejora las propiedades del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.

### **Hipótesis específicas:**

Una proporción de 0.25% de lana de ovino procesado incide en la propiedad física del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.

Una proporción adecuada de 0.25%, 0.50% y 1.00% de lana de ovino procesado incrementa las propiedades mecánicas del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.

Una proporción adecuada de 0.25% de lana de ovino procesado eleva la propiedad térmica del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.

## **1.5. Delimitaciones**

### **Delimitación temporal**

El estudio de investigación se elaboró durante un periodo de tiempo de 6 meses, 2 meses para el desarrollo del plan de tesis y 4 meses para la elaboración de la tesis, teniendo como fecha de inicio el 10 de febrero del 2022 y como fecha de culminación el 27 de julio del mismo año.

### **Delimitación espacial**

El estudio de investigación se ejecutó netamente en el distrito de Palca el cual se encuentra a una altura de 4020 m.s.n.m, y cuenta con una población aproximada de 3027 pobladores, el distrito se ubica a una distancia aproximada 29 Km de la capital de provincia Lampa donde las temperaturas suelen descender hasta -12°C en la temporada de invierno.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Para el mejor conocimiento del tema de investigación se tomaron en cuenta artículos científicos y estudios en el ámbito internacional y nacional.

### **Nivel Internacional**

Para el mejor conocimiento del tema de investigación se tomaron en cuenta artículos científicos y estudios en el ámbito internacional y nacional.

Statuto, Sica y Picuno (2018) en su artículo de investigación llamada “Desarrollo experimental de ladrillos de arcilla reforzados con subproductos agrícolas. Agricultura sostenible-SFARM” que tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas de la incorporación de subproductos agrícolas, con el fin de resaltar las diferencias entre los dos tipos de ladrillos y evaluar la posibilidad de utilizarlos como elementos de construcción en bio-arquitectura, la metodología que se empleó en dicho estudio poseía un diseño experimental, los resultados demostraron que la resistencia a la compresión de los adobes elaborados con lana de oveja (4.32 Kn/m<sup>2</sup>) ha sido significativamente mayor que los que incorporan paja de trigo (1.86 Kn/m<sup>2</sup>), mientras que estos últimos han exhibido una retracción menor que los adobes elaborados sin ninguna fibra aditiva (2%), ya que con la adición de la lana se obtuvo una contracción de 6.7% y con paja de trigo 7.3%. Concluyendo que la adición de fibras naturales, en particular en el caso de la lana de oveja, se ha revelado como una opción interesante, capaz de mejorar la resistencia a la compresión de los adobes; otros parámetros mecánicos probablemente también se beneficiarían de este refuerzo.

Korjenic et al. (2015) en su artículo denominado “Lana de oveja como material de construcción para la mejora de la eficiencia energética” elaborado para la revista *Energies*, tiene como objetivo evaluar las tecnologías tradicionales de la industria textil y los métodos utilizados para el procesamiento de la lana, que demuestran ser mucho menos perjudiciales para el medio ambiente, podrían ser una respuesta sostenible para la fabricación de paneles aislantes y sugerir nuevas posibilidades en la industria de la construcción, la metodología que se aplicó fue de diseño experimental. Los resultados demostraron que la lana de oveja también tiene buenas propiedades de absorción/desorción y, por lo tanto, su riesgo de

crecimiento de moho es menor que el de la lana mineral. El contenido de humedad en los edificios aumenta por difusión. Aumenta la conductividad térmica del material. Llegando a la conclusión de que los materiales naturales locales, como la lana de oveja, dan respuestas sostenibles a todas las exigencias de la arquitectura contemporánea como materiales adecuados para el aislamiento y el ahorro energético en los edificios. Según los resultados de este estudio, se puede concluir que el aislamiento térmico de lana de oveja proporciona características comparables con los materiales de convección y, en algunas aplicaciones, incluso funciona mejor.

Aymerich, Fenu y Meloni (2012) en su artículo de investigación denominado “Efecto de las fibras de lana de refuerzo sobre las propiedades de fractura y absorción de energía de un material de tierra” desarrollado para la revista *Construction and Building Materials*, que tenía como principal objetivo analizar las modificaciones en la resistencia, la resistencia a la fisuración y el comportamiento post-fractura inducido por la inserción de fibras de refuerzo en un material de tierra. La metodología utilizada para dicho estudio poseía un diseño experimental, los resultados demostraron que las curvas de carga-deflexión de las muestras no reforzadas muestran una caída abrupta de la carga con una pérdida drástica de la resistencia residual después del primer agrietamiento, mientras que la separación completa de la muestra en dos piezas, con la consiguiente pérdida total de la capacidad de carga, suele ocurrir para deflexiones menores de aproximadamente 5 –6 mm. Las muestras reforzadas, por el contrario, exhiben un comportamiento característico de endurecimiento por deformación después del primer agrietamiento, con curvas de carga-deflexión en continuo aumento, solo seguidas por un segmento de carga descendente para valores de deflexión grandes. Concluyendo que la acción beneficiosa de las fibras se aprovecha de manera efectiva solo cuando las microfisuras están lo suficientemente abiertas para activar los mecanismos de fortalecimiento típicos, como la formación de puentes y la extracción de fibras por fricción.

Rivera et al. (2021) en su artículo denominado “Ejemplo de características clave que afectan las propiedades mecánicas, acústicas y térmicas de un material de tierra estabilizado de forma natural” que posee como objetivo. La metodología

utilizada para dicha investigación era de diseño experimental. Los resultados obtenidos por la caracterización térmica de las muestras analizadas proporcionan un rango de datos para el coeficiente de conductividad térmica entre 0.53 y 0.68 W/mK. Específicamente, se determinó que estos coeficientes eran 0.53 para SR, 0.68 para SY y 0.61 para SB. En esta prueba, el suelo que mostró las mejores propiedades térmicas correspondió al caso de la arcilla roja. Llegando a la conclusión de que la selección del suelo es un factor clave para determinar la idoneidad de los materiales de tierra estabilizada. Su rendimiento térmico y su posible respuesta acústica dependen en gran medida de la selección adecuada del suelo.

Concha y Antico (2020) en su artículo de investigación denominado: "Similitudes mecánicas y de daño de bloques de adobe reforzados con fibras naturales e industriales" desarrollado para la revista Materia, que posee como objetivo general revisar el uso de tres tipos de fibras: vegetal, industrial y animal, para la fabricación de bloques de adobe, la metodología empleada para dicha investigación era de diseño experimental. Los resultados de resistencia a la compresión denotaron que los valores promedio de resistencia a la compresión del adobe reforzado con mezclas de fibras de yute varían de 1.49 a 1.99 MPa y la resistencia a la compresión de los adobes con fibra animal varía de 0.90 a 1.64 MPa. Los valores de resistencia a la compresión de los adobes con micro polipropileno varían de 1.50 a 1.85 MPa. Los valores promedio de la resistencia a la compresión del adobe simple utilizados para comparar la resistencia a la compresión del adobe reforzado con diferentes fibras varían individualmente (es decir, fibra animal y fibra industrial) hasta en un 9 %. Llegando a la conclusión de que la resistencia al impacto de todas las mezclas se incrementó mediante la adición de fibra. Específicamente, los adobes reforzados con fibra de yute en dosificación del 2,0% y 30 mm de largo, tuvieron el mejor desempeño, aumentando la resistencia al impacto de los bloques de adobe en 2 órdenes de magnitud en comparación con el adobe simple.

### **Nivel Nacional**

Según Cáceres (2021) establece en su estudio de investigación: Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe incorporando lana de ovino, Platería – Puno 2021, efectuado para la Universidad Cesar Vallejo, en donde tuvo como objetivo

analizar la influencia de la inclusión de lana de ovino en las propiedades mecánicas del adobe, dicha investigación se expresó con un diseño experimental, población de 30 unidades de adobe para efectuar el ensayo a resistencia a compresión y 30 unidades de adobe para flexión y por ultimo 30 adobes para succión, los resultados se puede apreciar en la tabla 1:

**Tabla 1.** Resultados de ensayos de laboratorio del adobe con aplicación de lana de ovino

Ensayos de laboratorio		Suelo natural	Adobe con 1% de lana de ovino (28 días)	Adobe con 2% de lana de ovino (28 días)
Contenido de humedad (%)		17.89		
Límites de atterberg	LL:	39.68		
	LP:	28.32		
	IP:	11.36		
Clasificación de suelos SUCS		CL		
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		26.86	23.99	21.62
Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		6.74	8.00	8.40
Ensayo a succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> )		1.94	2.56	3.49

Fuente. Elaboración propia

Dicho autor manifestó que la inclusión de lana de ovino disminuyo la resistencia a compresión debido a que esta ocasiona espacios vacíos en el adobe, por otro lado, esta inclusión incremento en la resistencia a flexión como también el ensayo de succión, concluyendo que dicha aplicación si mejora las propiedades mecánicas con respecto al ensayo de flexión y succión.

Ticona (2020), en su tesis: Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané – Puno, ejecutado para la Universidad Cesar Vallejo, el cual tuvo como objetivo analizar la influencia de dosificación adecuada de fibra de coco para el adobe reforzado con respecto al adobe tradicional, dicha investigación tuvo un diseño experimental, resultados: suelo natural, contenido de humedad 7%, clasificación de suelos SUCS y ASSTHO: arena con limo, A-4(4) suelos limosos, ensayos mecánicos al adobe tradicional resistencia a compresión: 14.2 kg/cm<sup>2</sup>, tracción: 1.86 kg/cm<sup>2</sup>, flexión 4.6 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente absorción 22.59 %, adobe modificado con fibras de coco en los porcentajes 0.5%, 1.0% y 2.0%, resistencia a compresión 13.6 kg/cm<sup>2</sup>, 12.7 kg/cm<sup>2</sup> y 11.3 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a flexión 4.7 kg/cm<sup>2</sup>, 4.9 kg/cm<sup>2</sup> y 5 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a tracción 2.33 kg/cm<sup>2</sup>, 2.67 kg/cm<sup>2</sup> y 3.36 kg/cm<sup>2</sup>, ensayo de absorción 23.1%,

23.84% y 24.88%. los autores concluyeron que la aplicación de fibra de cocos disminuye la resistencia a compresión, pero, por otro lado, incrementa la resistencia a flexión y tracción, recomendando la aplicación de 2% de fibras de cocos.

Huarza, Olivera y Escobar (2018), en su artículo científico: Confort térmico en una habitación de adobe con sistemas de almacenamiento de calor en los andes del Perú, realizado para la revista de Investigaciones Altoandinas, donde tuvo como objetivo evaluar el confort térmico al interior de la HP que ha sido construida con materiales de construcción que existen como materia prima en las zonas altoandinas del Perú. Dicha investigación fue de carácter experimental, donde los resultados demostraron que los materiales de construcción como: adobe cuenta con una conductividad térmica de 0.176 W/mk, madera 0.274 W/mk, aire 0.026 W/mk, Yeso 0.149 W/mk, vidrio 0.84 W/mk, ETERNIC 0.36 W/mk. Como también se determinó los coeficientes de transferencia de energía calorífica para los componentes de la HP como se puede apreciar en la tabla 2.

**Tabla 2.** *Coefficiente de energía calorífica para los componentes*

Componentes HP	Coefficiente de transferencia de calor (W/m <sup>2</sup> k)	Conductividad térmica (W/mk)
Ventana	0.324	0.027
Puerta	0.466	0.030
Techo	0.243	0
Pared	0.333	0.061

Fuente. Elaboración propia

Determinaron el calor específico de los materiales de construcción como:

- ✓ Piedra: 1243.12 J/kgK
- ✓ Guano: 2382.91 J/kgK
- ✓ Madera: 2268.09 J/kgK
- ✓ Agua: 4186.01 J/kgK
- ✓ Cobre: 390.09 J/kgK

Cada material cuenta con una capacidad de calor según su masa, como piedra: 47.5 kg cuenta con una capacidad calorífica de 58668,675 y una energía acumulada 4.251 MJ, Guano: 10.6 kg, capacidad calorífica de 25614.264 y una energía acumulada de 1.856 MJ, madera: masa 5.6 kg, capacidad calorífica

19026.822 y una energía acumulada de 1.379 MJ, agua: masa de 2.7 kg, capacidad calorífica de 11302.200 J/K y una energía acumulada de 0.816 MJ, por lo que en total suma una energía acumulada de 8.305, donde los autores llegaron a concluir que la construcción de viviendas altoandinas con los recursos naturales como el barro, madera y yeso conservan la energía y logran el confort térmico.

Gonzales (2019), en su tesis de pregrado: Influencia de la fibra de eucalipto en las propiedades mecánicas y térmicas del adobe, Cajamarquilla–Ocross-Ancash, 2019, realizado para la Universidad Cesar vallejo, tuvo como objetivo determinar la influencia de la fibra del eucalipto en las propiedades mecánicas y térmicas del adobe, dicha investigación tuvo un diseño experimental, los resultados se pueden apreciar en la siguiente tabla 3:

**Tabla 3.** Resultados de ensayos de laboratorio del adobe con la inclusión de fibras.

Ensayos de laboratorio		Suelo natural					Adobe con fibra de eucalipto				
Contenido de humedad (%)		8									
Límites de atterberg	LL:	27.85									
	LP:	21.2									
	IP:	6.65									
Clasificación de suelos SUCS		CL-ML									
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		20.41					20.44				
Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		5.81					8.43				
Ensayo a compresión de pilas (kg/cm <sup>2</sup> )		27					30				
Evaluación de la propiedad térmica	min.	0	10	30	60	120	0	10	30	60	120
	temperatura	50.5	48.1	43.4	38	29.7	54.4	52.1	47.7	41.2	34

Fuente. Elaboración propia

Los autores concluyeron que es factible la incorporación de fibras de eucalipto en el adobe para mejorar las propiedades mecánicas y térmicas, ya que las fibras de eucalipto conservan la temperatura mediante transcurre el tiempo.

## Teorías relacionadas al tema

### Bases teóricas

#### Teoría de la formación de suelos

Esta teoría considera que los suelos se forman en lugares donde ocurre la desintegración del macizo rocoso (meteorización), producto del transporte de los materiales a través del agua, la gravedad o el viento. Los estratos de los suelos suelen presentar un horizonte orgánico, producto del acumulamiento de restos orgánicos, según esto se tienen suelos desarrollados in situ, que se produce producto de la roca en la cual se apoyan, son suelos residuales y antiguos, en cambio el suelo aluvial, se forma mediante sedimentos restantes, acumulados por el agua, del lagunas o ríos no suelen presentar desarrollo en sus estratos o modificación de los materiales acumulados, debido a que los cúmulos suelen ser arenosos y cascajosos en la parte inferior y de limo y arcilla en la parte superior. Sin embargo, el suelo coluvial se da por el almacenamiento de materiales combinados, o producto de desplazamientos y derrumbes, mientras que los suelos combinados por coluviales y aluviales se distinguen por poseer estratos alternados y combinadas heterogéneamente (Gomes, 1975, p. 22).

Jenny (1941) indica que los factores que influyen en la formación del suelo, a través del siguiente modelo, sencillo solo en su presentación:

$$S = f(C, MP, O, R, T)$$

Dónde:

S : Desarrollo del suelo

C : Clima

MP : Material parental

O : Organismos

R : Relieve

T : Topografía

De acuerdo a dicho modelo planteado, el proceso de formación de los suelos se da de acuerdo a los factores climatológicos y los organismos que se asocian al material parental, influido por las características del relieve, en un tiempo determinado, en

la ecuación de la formación de los suelos son factores como la formación, son los que manipulan el procedimiento pedogenéticos, en su intensidad como en su tipo.

El estudio de Simonson indica que uno de los principales esfuerzos para el modelamiento de la formación de los suelos utilizando aproximaciones de respuestas a procedimientos y recomienda un esquema estandarizado para la organización de la investigación de los procedimientos operativos en el sistema del suelo, para Simonson el origen del suelo se da en 2 etapas: el acumulamiento del material parental y la distinción de los estratos en el perfil del suelo.

Es preciso resaltar que este modelo únicamente aplica si el paisaje, es decir en la superficie donde se desarrolla el suelo; se ha mantenido geomorfológicamente inactiva desde el comienzo de la génesis del suelo, Simonson indica que la diferencia entre estratos es una función de ganancias o pérdida, modificaciones o transferencias dentro de la composición de los suelos. El primer proceso incluye la translocación de Crompton y los dos posteriores hacen referencia al ciclo orgánico y la erosión.

De acuerdo a Honorato (2000), el proceso de metamorfosis del suelo termina en un perfil característico, producto del total de formaciones debido a ciertas condiciones, que ocurren a partir de los procesos de meteorización de las rocas y el desprendimiento de materiales provenientes del organismos y factores asociadas a ella.

El proceso de formación de suelos es sumamente lento y es dificultoso observar por todas las etapas, pero es posible realizar una correlación entre los factores de formación y de propiedades físicas y mecánicas de los suelos.

### **Teoría del confort térmico**

Esta teoría considera que la sensación térmica como la percepción del calor o frío del ambiente parte de la actividad neurálgica originada en los nervios de la piel que actúan como receptores térmicos. A su vez la percepción de las condiciones atmosféricas se ve afectada por los procesos fisiológicos, el vestuario y la actividad de los individuos. La explicación operativa del confort térmico reduce en consecuencia a un estado de equilibrio resultante del balance de las cargas térmicas que se intercambian entre el cuerpo humano y su ambiente inmediato,

debido al proceso químico del metabolismo y al proceso fisiológico de termorregulación en respuesta a los elementos externos del clima: radiación, temperatura, humedad y movimiento del aire, como elementos principales (Givoni, 1969).

(Monde, 2001), cuando el balance térmico arroja un valor cero, es decir cuando el cuerpo humano no gana ni cede calor, significa, según este enfoque que las personas experimentan objetivamente una sensación térmica de confort. Este puede expresarse mediante la siguiente ecuación básica.

$$M \pm W \pm R \pm C_{res} \pm E_{res} - E_d \pm C_{cond} \pm C_{cond.clo} = A$$

Dónde

M	: Energía metabólica producida por el organismo
W	: Trabajo mecánico desarrollado
R	: Intercambio de calor por radiación
C	: Intercambio de calor por convección
E	: Perdida de calor por evaporación de sudor
C <sub>res</sub>	: Intercambio de calor por convección respiratoria
E <sub>d</sub>	: Perdida de calor por difusión del vapor
C <sub>cond</sub>	: Intercambio de calor por conducción
C <sub>cond.clo</sub>	: Conducción a través del vestido
A	: Perdida o ganancia de calor por el cuerpo

## **Marco conceptual**

### **Estabilizantes con fibras de animales**

En gran parte las investigaciones que están vinculadas en la estabilización natural de bloques se basan en el empleo de fibras celulósicas o como también vegetales, como, por ejemplo: lino, yute, paja, madera entre otro. Sin embargo, cabe decir que las fibras de animales podrían proponer otra perspectiva en la investigación como estabilizantes, la estabilización a través de fibras proteicas o como también llamados fibras de animales, como se aprecia en la figura 3, las cuales no han sido estudiadas a fondo.

Haciendo una comparativa de las fibras vegetales ante las fibras de origen animal que puede señalar que estas contienen más ventajas favorables, debido a sus excelentes propiedades ante la resistencia, mínimo coste y mayor densidad, por otro lado, tiene muy buenas propiedades térmicas y lo mejor de todo es que son biodegradables, tiene un comportamiento no abrasivo y agranda disponibilidad (Macías, 2017, p. 37).



*Figura 3. Fibras de animales*

Fuente. Macías (2017, p. 37).

### **Lana de ovino**

Como bien se sabe, las fibras naturales tienen la forma alargada y esta son producidas por los animales y plantas, que nos permiten hilar para poder conseguir la lana, hilos o cordelerías, de acuerdo a la información de la FAO, estudio realizado debido al año internacional de fibras naturales determino que se generan aproximadamente 30 millones de toneladas de fibras naturales al año alrededor del mundo.

La lana es una fibra textil conformada en los folículos de la piel de la oveja el cual es parte del vellón del animal, dicha lana es suave y tiene la forma rizada, la cual esta recubre alrededor del cuerpo de las ovejas, dicha lana está compuesta por queratina, en torno al 20-25% de proporción total (Ticono, 2016, p. 75).

La ficha técnica de la lana de oveja, se aprecia dentro de la tabla 4.

**Tabla 4.** *Ficha técnica de la lana de oveja*

<b>Origen</b>	Es una fibra que se obtiene del vellón de los ovinos a través del esquilado
<b>Aspecto</b>	La fibra es de forma rizada y ondulada y se aparece recubierta de escamas
<b>Longitud</b>	Tiene un tamaño aparente, sin perder el rizado natural, la cual es diferente a su tamaño real, cuando es estirada, cuando más grande es la fibra más es su diámetro.
<b>Clasificación</b>	Teniendo en cuenta su origen y tamaño, se clasifican en extra, extrafina, fina, entrefina, ordinaria, basta y muy basta.
<b>Propiedades</b>	Es resistente elástica, y tiene la capacidad de otorgar calor, absorbe gran cantidad de humedad y tiende a arrugarse poco, presente una buena elasticidad no es inflamable y no tiende a fundirse.
<b>Inconveniente</b>	No ofrece una buena respuesta a los roces, cuando se humedece tiende a formarse esferas, las polillas se sienten atraídos por este material y es sensible a productos químicos.
<b>Tipos</b>	Es de acuerdo a la raza del ovino.

Fuente. Ticono (2016, p. 70)

### **Composición química de lana de ovino**

La composición química de la lana de oveja es: aproximadamente 82% de queratina, 17% de proteínas no queratínicas y aproximadamente 1% de lípidos y polisacáridos. La capa inferior de la estructura interna es el causante del comportamiento químico altamente complejo con respecto a la lana, las fibras textiles conforman por una cadena de moléculas, esta se va vinculando hasta formar largas cadenas, dichas estructuras de carácter químico primarios se le denomina aminoácidos, unidas en una dilación cadena conforman la proteína constituida de lana (Peña, Gutiérrez y Purroy, 2013, p. 7).

### **Características de lana de ovino**

Según Elvira (2016, p. 2) revela que la lana tiene características textiles que la convierten en una materia prima incomparable para poder alcanzar productos de alta calidad.

### **Absorción de humedad**

La mayor ventaja que tiene la fibra de lana es por la capacidad de absorber hasta un 30% en peso de vapor de agua, las moléculas del H<sub>2</sub>O se quedan alojadas en la estructura de la fibra y en el tiempo del proceso esta libera calor (energía).

### **Repele el agua líquida**

La lana contiene una capa muy delgada de material ceroso en toda su superficie la cual actúa como un sistema de repelente superficial de líquidos, este comportamiento hidrófobo inhabilita la pérdida de calor.

### **Conducción de calor**

La gran habilidad de la lana es aislar las temperaturas como el frío, debido al volumen que su rizo distribuye, el cual esta permite contener el aire en el interior de su estructura se podría llamar también aislación térmica debido a las propiedades de absorción de agua.

### **Elongación y resistencia a la rotura**

Dicha fibra contiene una excelente elasticidad y propiedades de recuperación, esta se puede estirar aproximadamente el 50% de su longitud original sin deformarse.

### **Resistencia a la tracción**

Se describe como la fuerza de tensión requerida para romper una proporción de fibra o lana, el cual esta se puede determinar su resistencia a la tracción intrínseca de la fibra con una sola fibra, esta varía de acuerdo a su diámetro.

### **Resistencia a la compresión**

Es una característica objetiva que se ve reflejado la compresibilidad de la fibra, su unidad de medida es en Kilopascales (KPa) donde se determinó que las fibras de lana cuentan con una resistencia a compresión de 8 a 11 KPa.

### **Lana de ovino procesado**

para el proceso de la lana de ovinos se pueden producir de todo tipo en gran parte el (55%) de la lana producida se puede definir como lana de diámetro medios entre 25-32 micras (Bergougnoux y Zeballos, 2020, p. 13).

### **Adobe**

Son bloques de tierra comprimida, la cual se utiliza como material de construcción, estas son elaboradas a base de tierra compuesta por arcilla, limo y arena. Es necesario que los bloques sean de caras planas o al menos lo mayor posible,

además un punto relevante es que no necesitan cocción, por tanto, requiere un mínimo consumo de energía para su fabricación haciéndolos un material sustentable, así como reutilizable. (Aranda y García, 2016, p. 34).

### **Formas y dimensiones del adobe**

de acuerdo a las normas legales E 080 (2017 pág. 19) establece las dimensiones del bloque de adobe:

- El bloque de adobe cuadrado no debe sobrepasar los 0.4 m de lado, debido al peso que esta podría tener
- El bloque de adobe rectangular debe tener una longitud de 2 veces de su ancho.
- La altura del bloque de adobe oscilan entre 0.08 y 0.12 m
- Adobes rectangulares, la dimension de su longitud de tener una relacion de 2 a 1 con respecto a su ancho
- La longitud y altura deberan tener relacion de 4 a 1.

### **Suelos**

El concepto de suelo hace referencia al conglomerado compuesto por material inorgánico, orgánico y minerales, los cuales se originan del desprendimiento de la roca maciza, y que se encuentra de forma no consolidada en el plante, sirve como cimiento para la construcción de edificaciones y de fuente de materia prima para la industria de la construcción (Schoonover y Crim, 2015, p. 21).

### **Arcilla**

La definición de arcilla posee diversas opiniones, de acuerdo al uso que se dé, pudiendo ser este de forma común o especializada, pero el término más aceptado es que son suelos naturales que se encuentran en toda la superficie del planeta, y que al ser combinados con agua puede poseer una masa plástica, con la cual se pueden elaborar diversos productos. Los suelos arcillosos poseen una granulometría variada, razón por la cual en la sedimentología existe el término de “fracción arcilla” o también conocida como fracción fina de un sedimento. Comúnmente se comprende que esta parte es el conglomerado de pequeñas

partículas que poseen un diámetro aproximado de dos micras (Linares, Huertas y Capel, 2013, p. 479).

### **Limo**

Son suelos finos que presentan muy poca o nada de plasticidad, existen los limos inorgánicos los cuales son producidos en canteras y orgánicos los cuales se encuentran en los ríos. Si no se encuentra a este tipo de suelo en una compactación densa lo recomendable es no cimentar sobre ellos (Villalaz, 2004, p. 22).

### **Pruebas de control de calidad del adobe**

En el Anexo de la Norma E. 080, Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, nos brinda algunas pruebas como:

#### **Prueba "Cinta de barro"**

Para la realización de esta prueba se coge una porción de barro del conglomerado y se moldeará hasta que posea una forma esférica con un diámetro aproximado de 1.2 centímetros, posteriormente se aplanan con ayuda de los dedos, hasta tener una cinta de 0.4 centímetros de grosor, la cual se deja caer, si la cinta presenta una longitud entre 20 y 25cm, indica una alta presencia de arcilla en el barro, mientras que si la cinta posee una longitud menor o igual a 10cm indica la baja presencia de arcillas en el conglomerado (E-080, 2017, p. 314).

#### **Prueba "Presencia de arcilla" o "Resistencia seca"**

Para esta prueba se desarrollan cuatro esferas de barro con la ayuda de la palma de las manos, incorporando una cierta cantidad de agua para evitar el disgregamiento de la muestra de suelo, una vez elaboradas las esferas estas se dejan secar por un periodo de dos días, y finalmente se presionan con el dedo pulgar para determinar su dureza. (E-080, 2017, p. 314).

### **Granulometría del suelo**

Este parámetro del suelo se muestra a través de un huso granulométrico, este mide el porcentaje en peso del suelo retenido en cada uno de los tamices estandarizados con diversos tamaños de abertura, este método sirve para la caracterización y clasificación de los suelos finos y gruesos (Garzon, Garrido e Hidalgo, 2017, p. 1).

## **Límites de Atterberg**

O también denominados límites de consistencia, se conceptualizan como el límite de agua que se puede aplicar a un suelo para que presente una consistencia líquida o una consistencia plástica, estos valores junto a los de granulometría son de los principales parámetros para la clasificación de un suelo. (Hernández, Figueroa y Martínez, 2019, p. 54).

### **Limite liquido**

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje, el cual se obtiene con la cuchara de Casagrande donde se cierra una abertura a una determinada cantidad de golpes, los suelos con un límite líquido alto suelen presentar fluidez y comportarse como un líquido (Torres y Tadeo, 2000, p. 95).

### **Limite plástico**

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje en el cual los bastoncillos de suelo de un diámetro de 3 milímetros presentan fisuras transversales (Hosse, 2014, p. 154).

### **Índice de plasticidad**

Hace referencia al rango de humedades de un suelo desde una consistencia semisólida a semilíquida, este valor es fundamental para la caracterización de suelos cohesivos, y junto a la granulometría fundamentales para la clasificación del suelo (Arce Wilmor et al., 2021, p. 2).

### **Resistencia a la compresión**

Esta propiedad mecánica se determina a través de procesos normados por la norma ASTM C-39, en el cual se aplica una carga aplicada por una prensa automatizada y con una rapidez de aplicación de carga determinada, para la correcta aplicación de fuerza sin existencia de excentricidades, se recomienda la utilización de discos metálicos o de neopreno, a esto se suma el registro para la elaboración de la curva de esfuerzo versus deformación donde se detallarán la capacidad de deformación máxima hallada (Cárdenas, Lizarazo y Aperador, 2016, p. 83).

La unidad de albañilería es sometida en una prensa universal, hasta alcanzar la ruptura del material (Ruiz y Sánchez, 2015, p. 140).

### **Resistencia a la compresión axial del prisma de adobe**

Este parámetro mecánico se obtiene aplicando una fuerza sobre una pila de adobes, cuya orientación y aplicación de la carga fuera similar a la fuerza inercial desarrollada durante la acción de un sismo sobre un muro sujeto a fuerzas fuera de su plano. Catalán (Policarpo et al. 2019, p. 9).

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el tipo de investigación se define como el conjunto de aplicaciones que se utilizan para tener conocimiento de un elemento o problemas específicos, esto con la finalidad de lograr generar nuevos saberes en el área que será utilizada. (p. 89).

Por lo que, el estudio de investigación se identificó de tipo aplicada, ya que se realizó la práctica de previos conocimientos en la mejora de adobes, con la incorporación de lana de ovino que se procesaron, así mismo se tomaron en cuenta los antecedentes en acontecimientos parecidos, esto con la finalidad de realizar una elección de la dosificación óptima en un determinado porcentaje de la lana de ovino procesado, esto de acuerdo a los resultados obtenidos del laboratorio y los criterios de los ensayos a la compresión de la unidad, ensayo axial, confort térmico y absorción.

##### **Diseño de investigación**

De acuerdo a (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018), se les denomina como diseños cuasi experimentales cuando existen algunas limitaciones para lograr la aplicación del diseño experimental, ya que si se lograra la interacción con las variables independientes (lana de ovino procesado) con el propósito de observar el efecto de la variable independiente y las propiedades del adobe; Esta se distingue del experimental certero en dilatar la confiabilidad al inicio de los grupos. (p. 19)

De este modo, el estudio de investigación se consideró como experimental, debido a que se realizó la manipulación premeditada de las cantidades del aditivo en (0.25%, 0.5% y 1%), con la intención de estudiar la influencia de la lana de ovino procesada en las propiedades del adobe; además, se sub clasifica como cuasi - experimental, estos debido a que la mejora de los adobes para el estudio ha sido pre definido en una (mejora óptima) por el investigador, contando con 36 unidades simples de adobe, 24 pilas de adobe de 3 hiladas y 4 módulos fabricados de adobe.

GE3	→ X3	→ O4
GE2	→ X2	→ O3
GE1	→ X1	→ O2
GC	--	→ O1

Dónde:

GE : Grupo experimental

GC : Grupo patrón

X1 : Incorporación de 0.25% de lana de ovino procesado

X2 : Incorporación de 0.50% de lana de ovino procesado

X3 : Incorporación de 1.00% de lana de ovino procesado

O1, O2, O3 y O4: Medición de indicadores de mejora del adobe

### **Nivel de investigación**

De acuerdo a (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), señalan que los niveles de investigación tratan de buscar una respuesta frente a sucesos, problemas y/o fenómenos de un entorno, de acuerdo a la relación entre las variables (causa-efecto) (p. 74)

De este modo, el estudio es de nivel explicativo, ya que se pretendió medir la relación que existen entre ambas variables de acuerdo al efecto que originó la lana de ovino procesado frente a las propiedades del adobe en la temperatura, absorción, resistencia de la unidad y pilas, con diferentes cantidades del material señalado.

### **Método de investigación**

Este método emplea como punto fundamental las hipótesis de la investigación a través de deducciones empíricas, con el fin de prever los posibles resultados que se puedan lograr (Rodríguez y Pérez, 2017, p. 42).

De este modo, para el desarrollo de la tesis se hizo uso del método hipotético-deductivo, debido a que se plantearon supuestos (hipótesis), con el fin de dar respuesta a los problemas planteados dentro del estudio de como la lana de ovino

procesado afecta en las propiedades del adobe, como son: la absorción, almacenamiento de calor, resistencia de pilas y/o la unidad del adobe, de acuerdo a la revisión bibliográfica.

### **3.2. Variable y operacionalización**

**Variable Independiente:** Lana de ovino procesado

**Definición Conceptual:** Esta fibra generalmente está compuesta en gran medida por el material Queratina, la cual a causa de su consistencia foliculosa pilosa impide la penetración del agua. El diámetro que comprende esta fibra natural oscila entre una dimensión de 12 a 120 micras de espesor, así mismo la longitud por la cual se comprende este material oscila entre los 20 a 350 milímetros. Este tipo de fibras animales se encuentran en la dermis de las ovejas las cuales albergan una gran cantidad de colágeno surgiendo pequeños folículos lanosos. En tanto el procesamiento de este material comprende las etapas de lavado, secado e hilado (Cáceres, 2021, p. 23).

**Definición operacional:** Para medir la variable lana de ovino procesado se enfocará en la cantidad del material y la longitud del material las cuales se medirá de la siguiente manera 0.25%, 0.50% y 1.00% de lana de ovino procesado en relación al peso del suelo seco y la longitud del material en relación al largo (cm) de la lana de ovino procesado.

**Dimensiones:** Cantidad de material

**Indicadores:** Peso y longitud (mm)

**Escala:** Razón

**Variable Dependiente:** Propiedades del adobe

**Definición conceptual:** Las propiedades vienen denominándose a las cualidades que adopta el adobe, dentro de estas se puede encontrar las cualidades físicas las cuales se encargan de ver los aspectos del material en la etapa plástica, como la humedad, dentro de los aspectos mecánico se tiene en consideración los factores de resistencia como son la compresión y pilas, finalmente dentro de las cualidades térmicas se tienen los aspectos del almacenamiento de temperatura que pueden guardar los bloques de tierra comprimidos (Quintana y Vera, 2017, p. 25).

**Definición operacional:** Para medir la variable propiedades del adobe se tomará en consideración los aspectos físicos, mecánicos y térmicos los cuales se dividen de la siguiente manera: absorción para medir la propiedad física, resistencia a la unidad y axial de pilas para medir la resistencia del material y finalmente la temperatura para medir el confort termino que albergan este tipo de mamposterías dentro de la viviendas alto andinas.

**Dimensiones:** Propiedad física, propiedades mecánicas y propiedad térmica

**Indicadores:** Absorción (%), Resistencia a la compresión de la unidad (kg/cm<sup>2</sup>), Resistencia a la compresión axial de pilas (kg/cm<sup>2</sup>) y Temperatura (°C).

**Escala:** Razón

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Se define como población al área total de un caso de estudio, se pueden considerar personal, espacio o cosas, de aquí surge la toma de muestras. (Vara, 2012, p. 48).

La población que se empleó para desarrollar el estudio de investigación estuvo constituida por todos los adobes elaborados en el Distrito de Palca.

#### **Muestra**

Se denomina muestra a una parte de la población la cual se puede tomar de acuerdo a criterios puntuales o de acuerdo a fórmulas, con el fin de representar la población de la investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 32).

De este modo, la muestra estuvo conformada por 12 unidades de adobe para efectuar el ensayo de absorción, 24 unidades de adobe para efectuar el ensayo de compresión a la unidad, 24 pilas de adobe de 3 hiladas con los que se efectuó el ensayo de pilas y 4 módulos de 1.00 m x 1.00m para medir la temperatura que se alberga dentro de las pequeñas infraestructuras de adobe.

#### **Muestreo**

La muestra se puede adquirir mediante dos tipos de técnica, probabilística y no probabilística. Donde las técnicas probabilísticas, proporcionan saber la

probabilidad que cada elemento de estudio tiene de ser incluido, mediante una selección al azar. Por el contrario, la técnica del muestreo no probabilística, se caracteriza por elegir espacios de acuerdo al análisis que realiza el investigador, tomando en consideración múltiples factores para la realización de la investigación (López, 2004, p. 70).

De este modo, el estudio estuvo conformado por un muestreo no probabilístico, y se tomó como punto de apoyo la conveniencia del investigador ya que se verificó primeramente la accesibilidad en donde se desarrolló la investigación, las condiciones climatológicas del sector y lugar de elaboración de los adobes con y sin lana de ovino procesado.

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

#### **Técnica de recolección de datos**

Las técnicas para la recopilación de datos se distinguen en dos: la primera observación directa la cual permite analizar un entorno de acuerdo al estado en el cual se encuentra, la segunda medición con la cual se recopila información de una manera métrica (Luz, Mendoza y Avila, 2020, p. 14).

De este modo, las técnicas que se emplearon para el desarrollo del estudio se ven dadas por la observación directa debido a que primero se analizó el estado situacional del Distrito de Palca, así mismo se identificó el lugar de donde se extrajo la arcilla para la elaboración del adobe, también se empleó la técnica de medición para medir cada uno de los indicadores planteados.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos van de la mano con los instrumentos, ya que estos se definen como fuentes de acopio de información, siendo estos las fichas de recopilaciones información, formatos de encuestas, cotejos, entre otros, estos mayormente son empleados tanto en las investigaciones cualitativas, cuantitativas o mixtas (Otzen y Manterola, 2020, p. 4).

De este modo, los instrumentos para la recopilación de datos que se emplearon en el estudio fueron fichas de ensayos de laboratorio, los cuales se detalla a continuación:

- Observación
- Fichas de Recolección de Datos (Indicadores de la V. Independiente)
- Fichas de Resultados de Laboratorio (Ensayos)
- Ensayos

**Tabla 5:** *Ensayos de Laboratorio*

	<b>Descripción</b>
<b>Ensayos</b>	Ensayo de absorción
	Ensayo de la resistencia a compresión de la unidad
	Ensayo de resistencia a la compresión de pilas
	Temperatura en los módulos de adobe

Fuente: Elaboración propia

## **Validez y confiabilidad**

### **Validez**

La validez se da de acuerdo a la capacidad de medición que cuenta los instrumentos elaborados por el investigador, el procedimiento para dicha validez se enfoca en realizar el juicio de expertos, que consisten en la verificación de los instrumentos mediante puntajes, los cuales lo designan los jurados revisores (Luz, Mendoza y Avila, 2020, p. 20).

Es por ello, que los instrumentos que se utilizaron fueron sometidos a un juicio de expertos, los cuales fueron desarrollados por profesionales y especialistas a cada una de las fichas de observación necesarias para el estudio (Fichas de Recolección de Datos para los ensayos de absorción, límites de Atterberg, granulometría, compresión de la unidad, pilas y temperatura).

### **Confiabilidad**

La confiabilidad es la relación del instrumento con su grado de recopilación de información, la cual, al tener un mayor valor de puntuación, podría replicarse para recaudar información en otros contextos (Santos, 2017, p. 67).

De este modo, se define como confiabilidad al grado de recopilación de información que se puede lograr dentro de una investigación, es por ello que dentro del estudio

se formularan instrumento con el fin de caracterizar el tipo de material a emplear para el mejoramiento de los adobes, midiendo la longitud y % de incorporación de la lana de ovino procesado, dichos instrumentos se contrastaran de acuerdo al grado de eficacia de confiabilidad, la cual se aprecia en la tabla 6.

**Tabla 6.** *Tabla de confiabilidad*

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

Fuente. Santos (2017)

Para el cálculo del valor de alpha de Cronbach se hizo uso del software estadístico SPSS versión 21, el detalle de los datos procesados se aprecia en la tabla 7 y 8.

**Tabla 7.** *Valor de alfa de Cronbach*

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.869	8

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.** *Valores de alfa de Cronbach de cada uno de los criterios*

Estadísticos total-elemento				
	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Ítem1	28.67	25.333	-0.115	0.906
Ítem2	28.00	21.000	0.327	0.889
Ítem3	27.67	20.333	0.832	0.842
Ítem4	28.00	16.000	1.000	0.802
Ítem5	28.00	16.000	1.000	0.802
Ítem6	28.00	21.000	0.327	0.889
Ítem7	28.00	16.000	1.000	0.802
Ítem8	27.67	20.333	0.832	0.842

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla 8 el valor de alfa de Cronbach es de 0.869, es decir los instrumentos utilizados en el presente estudio presentan una

confiabilidad “Buena”. Asimismo, de acuerdo a los valores mostrados en la tabla 8 todos los criterios obtuvieron una confiabilidad buena.

### 3.5. Procedimientos

#### Etapa de campo (identificación del terreno de estudio)

Dentro de la presente etapa, primeramente, se realizó la identificación del tramo de estudio con el fin de localizar las zonas más vulnerables al frío del Distrito de Palca, Puno, como se aprecia dentro de la figura 4, donde se tomaron en cuenta, la altitud, accesibilidad y la climatología del sector a estudiar, así mismo con la ayuda de un GPS se determinaron las coordenadas X, Y e Z.

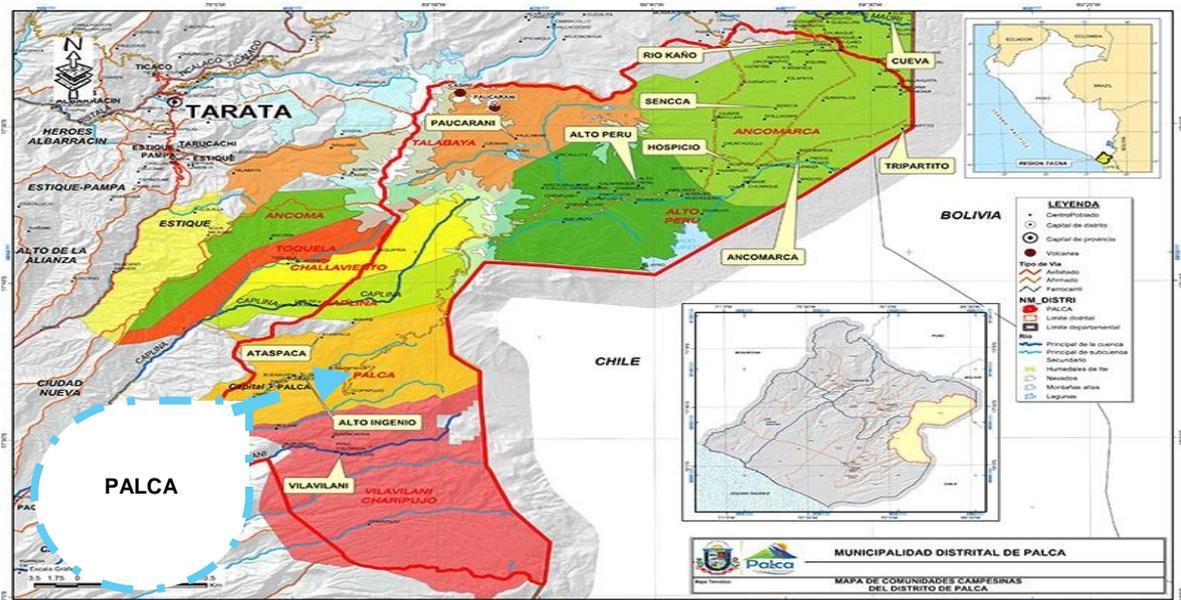


Figura 4. Identificación de la zona de estudio

Fuente. Elaboración propia

#### Etapa de campo (calicatas)

Primero, para la extracción del material a emplear para la elaboración de las muestras de adobe, se encuestaron a los pobladores con la ayuda de un instrumento (encuesta) de los posibles sectores de donde se extraerá la arcilla para la realización de las viviendas altoandinas.

Segundo, se visitaron dichos depósitos de arcilla, como se aprecia en la figura 6, con el fin de extraer una cantidad de muestra considerable para ser puesta en el laboratorio correspondiente y analizar las propiedades físicas y mecánicas de los

adobes. Así mismo mediante una ficha de inspección visual se tomó apuntes del color del material.

### **Etapa de campo (recolección de lana de ovino)**

Primero, para la recolección de la lana ovino, se realizó el procedimiento de esquila, para lo cual se empleó la maquina Vinteky Esquiladora Ovejas 690 W, donde se tomó al ovino con el fin de inmovilizarlo, una vez inmovilizado se procede a retirarle el pelaje de todo el cuerpo, como se aprecia en la figura 5.



*Figura 5. Esquila del ovino*

Fuente. <https://bit.ly/3qUs8YO>

Segundo, una vez esquilado la lana del ovino, se procedió a arrumar todo el material en un sector, con el fin de proceder al lavado de la lana de ovino, como se aprecia en la figura 6, seguidamente se procedió al hilado de la lana de ovino de forma artesanal.



*Figura 6. Procedimiento de lavado*

Fuente. <https://bit.ly/3iVj7do>

Tercero, el material hilado se procedió a cortarlos en longitudes de 5.00 cm, los cuales se almacenaron en un saco, para luego ser llevados al lugar donde se elaboraron los bloques de adobe.

### **Eta**

Para la clasificación de la arcilla extraída del distrito de Palca, se usó el ensayo de granulometría para identificar los áridos arenas y finos, como se aprecia en la figura 7 tomando como referencias bibliográficas la NTP 400.012 y la ASTM C 33-03.

Primero, el material extraído de las calicatas, se pusieron al secado natural durante un periodo de 24 horas, seguidamente se cuarteo la muestra y se dispuso los áridos tomados en recipientes los cuales fueron pesados, para seguidamente realizar el procedimiento de tamizaje, en tanto para el caso de los suelos finos #200 se lavó la muestra con sumo cuidado para evitar la pérdida de material fino.



Figura 7. Ensayo de granulometría

Fuente. Elaboración propia

### **Eta**

Para cuantificar la plasticidad de los depósitos de arcilla extraídos del Distrito de Palca, se efectuó el ensayo de Límites de Consistencia, para determinar el LL se seleccionará 200.00 g del material extraído del terreno natural, este material debe cumplir el criterio de ser pasante del tamiz #40, donde se incorporó agua en una cantidad de 20.00 ml, para seguidamente incorporarlo al suelo y homogenizarlo, el material homogenizado fue puesto dentro de la copa de Casagrande, en donde se

empleó el acanalador con el fin de dividir la muestra en dos, posteriormente se procedió a realizar los golpes respectivos de la copa versus la base, la velocidad que se dispuso para generar este procedimiento debe oscilar en periodos de 1.9 a 2.1 Golpes/Segundo, hasta lograr que la abertura acanalada tienda a cerrarse, como se aprecia en la figura 8.



*Figura 8.* Ensayo de limite liquido

Fuente. Elaboración propia

Para cuantificar el límite plástico, se empleó el material que sobra del ensayos de LL, aproximadamente se toma una cantidad de 20.00 g, con el cual se elaboraron pequeños bastones de barro con una dimensión aproximada de 3mm de diámetro, como se aprecia en la figura 9, con el fin de ver las fisuras transversales que se originan dentro de los bastones, por último el material sobrante se dispuso dentro de pequeñas taras las cuales fueron pesadas con el fin de cuantificar el % de humedad que se encuentre dentro del material húmedo.



Figura 9. Ensayo de limite plástico

Fuente. Elaboración propia

### **Etapa de laboratorio (absorción)**

Para la medición de la propiedad física de la absorción se colocaron las unidades de adobe tanto el patrón como los estabilizados, en recipientes para luego ser saturados por un periodo de 1 día como se detalla en la figura 10, luego del tiempo transcurrido se secaron las bandejas y fueron colocadas en el horno para el cálculo de la humedad.



Figura 10. Ensayo de absorción

Fuente. Elaboración propia

### **Etapa de laboratorio (ensayo a la compresión de la unidad)**

Para el desarrollo del ensayo a la compresión de la unidad se tomaron los diferentes adobes elaborados con y sin la incorporación de la lana de ovino procesada, con el fin de obtener la resistencia de cada adobe, tal como se detalla en la figura 11.



*Figura 11.* Unidades de 10cm x 10cm x 10cm

Fuente. Elaboración propia

### **Etapa de laboratorio (ensayo a la compresión de pilas)**

Para el desarrollo del ensayo a la compresión de pilas, se elaboró un pequeño muro de adobe de 4 hiladas con el fin de obtener la resistencia de la pila con y sin incorporación de la lana de ovino procesado, como se aprecia en la figura 12.



*Figura 12.* Prismas de adobe para la compresión axial

Fuente. Elaboración propia

## Construcción de los módulos de adobe

Para la construcción de los módulos de adobe, se escogieron adobes que no presentaban daños, los cuales fueron unidas en hiladas para la edificación de los módulos, los que simularon a las viviendas tradicionales del altiplano. Como se ve en la figura 13.

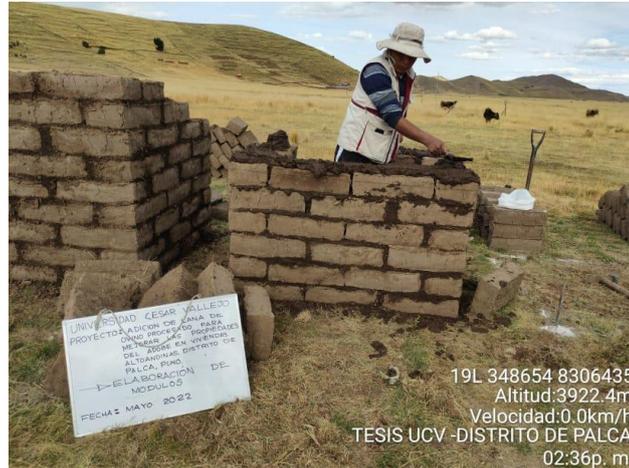


Figura 13. Construcción de los módulos de adobe

Fuente. Elaboración propia

## Medición de temperaturas

Luego de edificado los módulos se procedió a medir las temperaturas durante 3 días, por 24 horas, las mediciones se realizaron en el exterior, así como en el interior de los módulos, como es posible apreciar en la figura 14.



Figura 14. Medición de la temperatura exterior

Fuente. Elaboración propia

### **3.6. Método de Análisis de datos**

De este modo, en el estudio se empleó un método analítico de estadística inferencial la cual comprende de obtener resultados de la muestra con el fin de caracterizar o dar respuesta a la población en este caso de que con los ensayos propuestos se logre determinar la influencia se da dentro de las propiedades (física, mecánicas y térmica) del adobe con la aplicación de la lana de ovino procesado. Seguidamente se realizó la prueba estadística ANOVA para determinar la influencia de la lana de ovino procesado sobre las características físicas, mecánicas y térmicas del adobe.

### **3.7. Aspectos éticos**

Los criterios éticos que se aplicaron dentro del estudio de investigación son de acorde a lo establecido dentro de la resolución N° 0126-2017/UCV la cual fue creada por el consejo universitario de la UCV, donde señalan diferentes aspectos o criterios que debería cumplir un informe de investigación, de acuerdo al ámbito de los beneficiarios, el informe redactado generaría un aporte al ámbito social, de acuerdo al ámbito económico, el informe redactado cumple con las expectativas económicas a nivel del sector social y a nivel de los autores del informe, a nivel del porcentaje antiplagio, el informe redactado cumple con el porcentaje de plagio máximo del 20%, de acuerdo al ámbito del compromiso de los autores y así mismo la responsabilidad, el informe redactado se presentó en los lapsos de tiempo establecido de acuerdo al cronograma planteado dentro de los aspectos administrativos.

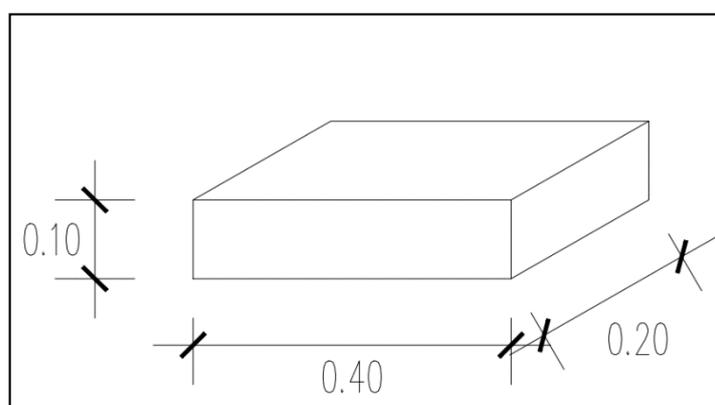
#### IV. RESULTADOS

Las propiedades del adobe convencional elaborados en el distrito de Palca. Tuvo las siguientes características: resistencia a la compresión de la unidad de 12.28 kg/cm<sup>2</sup>, prismas de albañilería de 3.61 kg/cm<sup>2</sup> y una absorción del 27.07%. Los cuales se detallan en la tabla 9.

**Tabla 9.** Características del adobe convencional

ID	Ensayos		
	Resistencia a la compresión de la unidad	Resistencia a la compresión axial de la albañilería	Absorción
Muestra 1	11.4	8.7	26.90
Muestra 2	13.3	8.5	26.30
Muestra 3	14.3	9.2	28.00
Muestra 4	15.3	8.3	
Muestra 5	13.8	8.2	
Muestra 6	10.6	9.0	
<b>Promedio</b>	<b>13.117</b>	<b>8.65</b>	

Fuente. Elaboración propia



*Figura 15.* Dimensiones de la unidad de adobe

Fuente: Elaboración propia

#### Propiedad física

##### Absorción

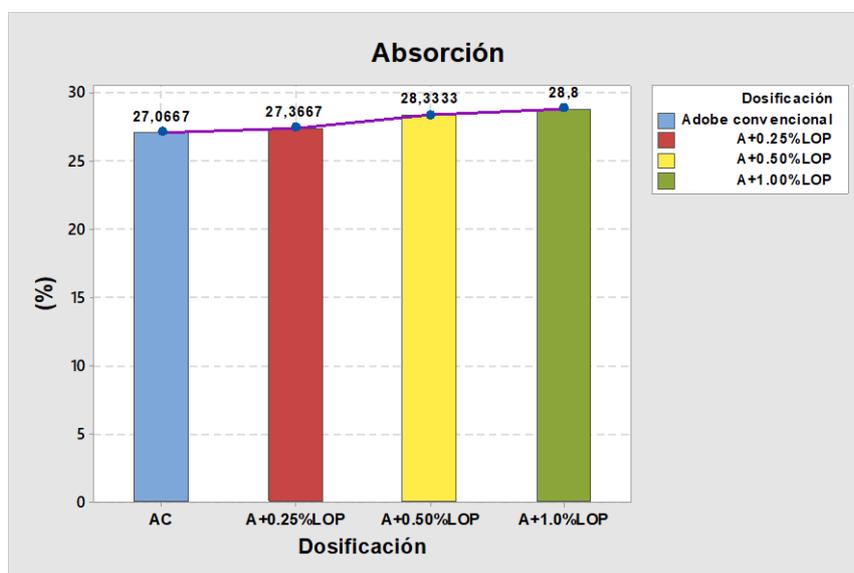
De acuerdo a los resultados del ensayo de absorción detallados en la tabla 10 y figura 16 se determinó que las proporciones de lana de ovino procesado

incrementan la absorción de las unidades de adobe, pero que estos incrementos no son significativos.

**Tabla 10.** Resumen de resultados de absorción de la unidad de adobe

ID	Adobe convencional	Dosificación		
		A+0.25%LOP	A+0.5%LOP	A+1.00%LOP
Muestra 1	26.90	26.30	28.00	28.60
Muestra 2	26.30	27.30	28.30	28.80
Muestra 3	28.00	28.50	28.70	29.00
<b>Promedio</b>	<b>27.07</b>	<b>27.37</b>	<b>28.33</b>	<b>28.8</b>

Fuente. Elaborado por el autor



*Figura 16.* Resultados de porcentaje de la absorción de la unidad de adobe

Fuente. Elaborado por el autor

## Propiedades mecánicas

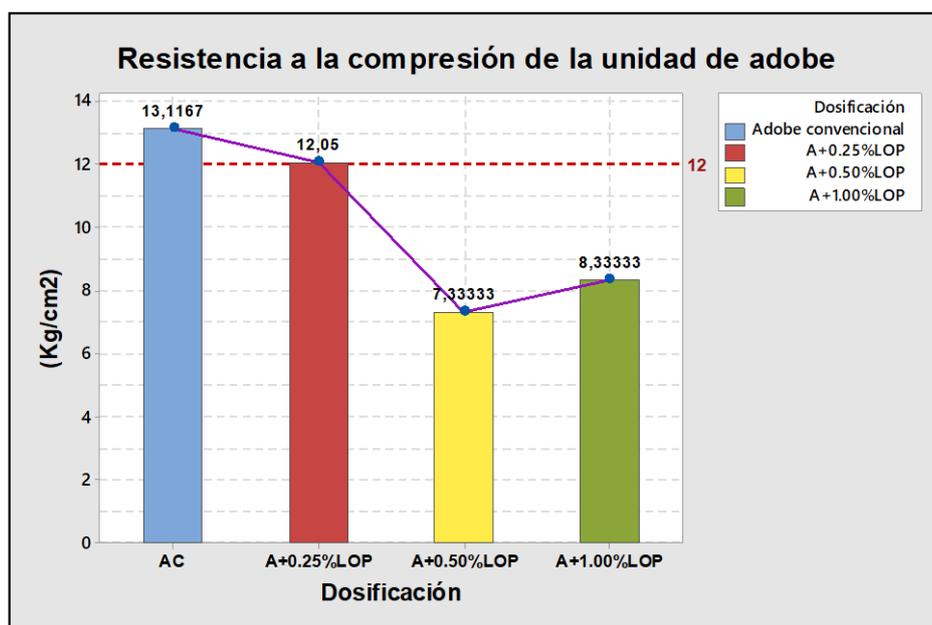
### Resistencia a la compresión de la unidad de adobe

De acuerdo a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de adobe detallados en la tabla 11 y figura 17 se determinó que la proporción adecuada de lana de ovino procesado fue con la incorporación de 0.25% de lana ovino procesada, ya que esta alcanzó un valor promedio de resistencia a la compresión de 12.050 Kg/cm<sup>2</sup>, asimismo con las demás dosificaciones la resistencia a la compresión tiende a decrecer significativamente, no cumpliendo con los valores mínimos establecidos por la norma E-080.

**Tabla 11.** Resumen de resultados de resistencia a la compresión de la unidad de adobe

ID	Adobe convencional	Dosificación		
		A+0.25%LOP	A+0.5%LOP	A+1.00%LOP
M-1	11.4	12.1	6.3	8.5
M-2	13.3	12.6	8.5	8.3
M-3	14.3	11.3	6.8	8.9
M-4	15.3	11.8	6.0	8.1
M-5	13.8	12.5	8.6	8.6
M-6	10.6	12.0	7.8	7.6
<b>Promedio</b>	<b>13.117</b>	<b>12.050</b>	<b>7.333</b>	<b>8.333</b>

Fuente. Elaborado por el autor



*Figura 17.* Resultados de resistencia a la compresión de la unidad

Fuente: Elaboración propia

### Resistencia a la compresión del prisma de adobe

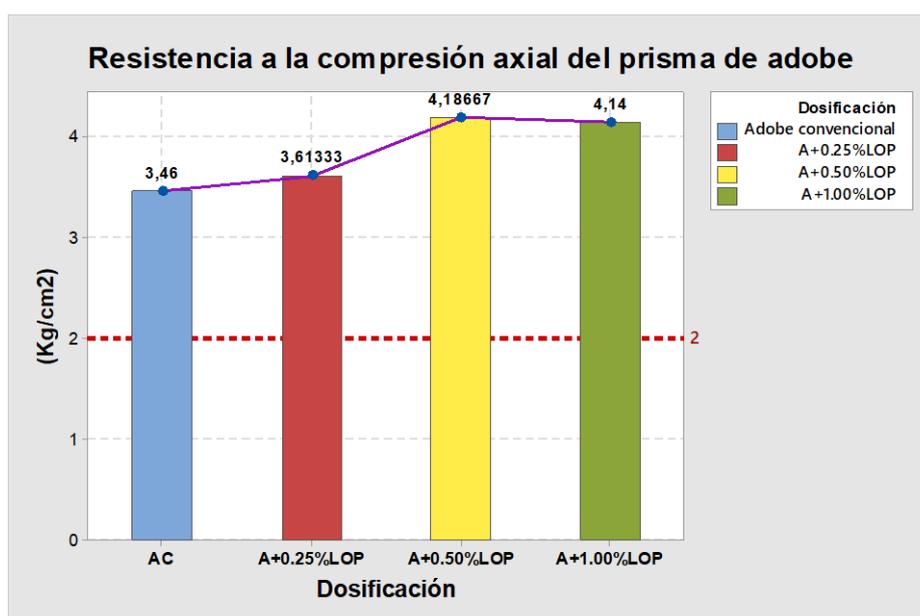
De acuerdo a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión del prisma de adobe detallados en la tabla 12 y figura 18 se determinó las tres dosificaciones de lana de ovino procesado son adecuadas para la elaboración de adobes; debido a que el adobe convencional obtuvo una resistencia a la compresión axial de la unidad de adobe de 3.61, mientras que con la adición de 0.25%, 0.50% y 1.00% de lana de ovino procesado los valores se incrementaron a 3.63 Kg/cm<sup>2</sup>, 4.35 Kg/cm<sup>2</sup> y

4.23 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, estando todos estos valores por encima de lo estipulado en la norma E-080.

**Tabla 12.** Resumen de resultados de resistencia a la compresión del prisma de adobe

ID	Adobe convencional	Dosificación		
		A+0.25%LO P	A+0.5%LOP	A+1.00%LOP
Muestra 1	3.48	3.56	3.96	3.88
Muestra 2	3.4	3.8	4.12	4.68
Muestra 3	3.68	3.88	4.36	3.84
Muestra 4	3.32	3.4	4.24	4.24
Muestra 5	3.28	3.72	4.56	3.84
Muestra 6	3.6	3.32	3.88	4.36
<b>Promedio</b>	<b>3.6</b>	<b>3.61</b>	<b>4.19</b>	<b>4.14</b>

Fuente. Elaborado por el autor



*Figura 18.* Resultados de resistencia a la compresión del prisma de adobe

Fuente: Elaboración propia

### Medición de las temperaturas

Para la medición de las temperaturas se elaboraron 4 módulos de adobe, de 1m x 1m de dimensión, un módulo para el adobe convencional, uno con la dosificación de 0.25% de lana de ovino procesado, uno con 0.50% de lana de ovino procesado

y uno con la incorporación de 1.00% de lana de ovino procesado. La medición de temperaturas se realizó en el exterior del módulo y en el interior de los módulos de adobe.

### **Adobe convencional**

Los valores de temperatura conseguidos en el interior del módulo elaborado con adobes convencionales y la temperatura exterior se detallan en la tabla 13.

**Tabla 13.** *Medición de temperaturas del módulo convencional*

<b>Clima: Cielo despejado</b>		
<b>Hora</b>	<b>Temperatura exterior</b>	<b>T° interior (Adobe convencional)</b>
1:00	-12.80	2.10
2:00	-12.80	1.00
3:00	-12.90	-0.43
4:00	-13.40	-0.03
<b>5:00</b>	<b>-14.20</b>	<b>-3.33</b>
<b>6:00</b>	<b>-14.80</b>	<b>-3.67</b>
7:00	2.36	1.67
8:00	2.23	2.83
9:00	2.10	6.47
10:00	2.13	7.13
11:00	20.70	8.07
12:00	23.70	6.97
13:00	23.80	7.97
14:00	24.00	8.33
15:00	8.00	9.73
16:00	7.00	10.80
17:00	6.00	6.73
18:00	2.00	7.40
19:00	-1.00	6.53
20:00	-4.30	5.87
21:00	-5.20	4.63
22:00	-6.40	4.23
23:00	-10.20	3.23
0:00	-11.80	3.10

Fuente. Elaborado por el autor

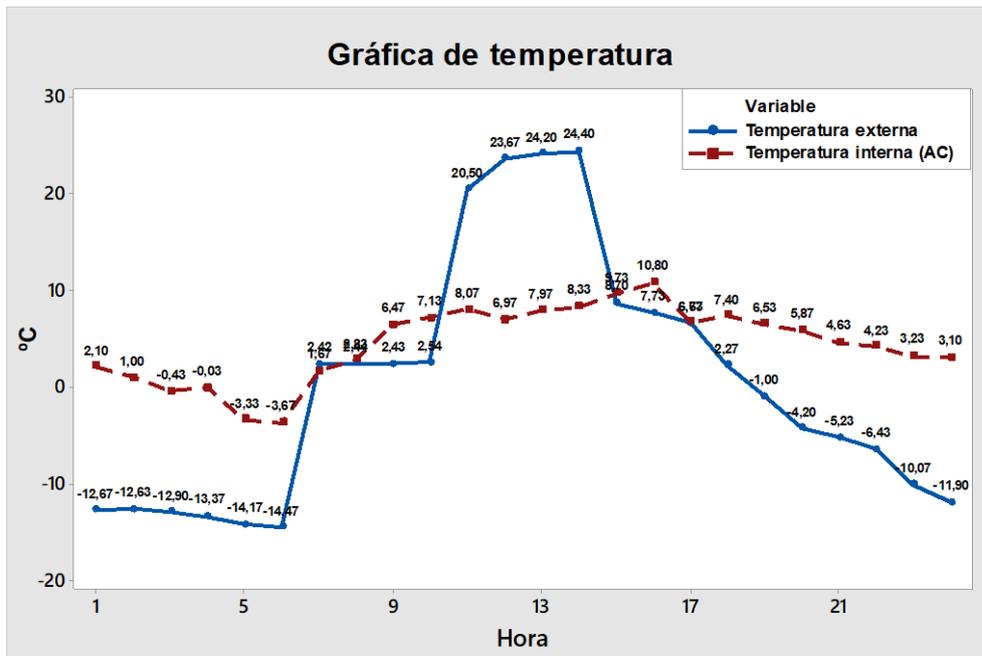


Figura 19. Medición de temperaturas del adobe del módulo convencional  
Fuente: Elaboración propia

Según lo detallado en la figura 19, que son las temperaturas medias medidas entre el día 10 y 12 de junio del 2022, donde se observa que el adobe convencional almacenó una temperatura interna aproximada de 3.67°C, mientras que en la hora más calurosa del día que se presentó a las 14:00 horas la temperatura interna del módulo de adobe edificado con adobes convencionales fue de 8.33°C.

### Adobe + 0.25% de lana de ovino procesado

Los valores de temperatura del adobe convencional y del adobe incorporado con 0.25% de LOP, se detallan en la tabla 14.

**Tabla 14.** *Medición de temperaturas con la adición de 0.25%LOP*

<b>Clima: Cielo despejado durante el día y la noche</b>			
<b>Hora</b>	<b>Temperatura exterior</b>	<b>T° interior (Adobe convencional)</b>	<b>T° interior (A+0.25%LOP)</b>
1:00	-12.80	2.10	1.97
2:00	-12.80	1.00	0.87
3:00	-12.90	-0.43	-0.53
4:00	-13.40	-0.03	-1.20
<b>5:00</b>	<b>-14.20</b>	<b>-3.33</b>	<b>-2.27</b>
<b>6:00</b>	<b>-14.80</b>	<b>-3.67</b>	<b>0.70</b>
7:00	2.36	1.67	1.27
8:00	2.23	2.83	2.47
9:00	2.10	6.47	6.57
10:00	2.13	7.13	7.03
11:00	20.70	8.07	8.13
12:00	23.70	6.97	8.47
13:00	23.80	7.97	8.93
14:00	24.00	8.33	9.00
15:00	8.00	9.73	10.07
16:00	7.00	10.80	11.13
17:00	6.00	6.73	7.07
18:00	2.00	7.40	7.73
19:00	-1.00	6.53	6.87
20:00	-4.30	5.87	6.03
21:00	-5.20	4.63	4.53
22:00	-6.40	4.23	4.17
23:00	-10.20	3.23	3.00
0:00	-11.80	3.10	3.00

Fuente. Elaborado por el autor

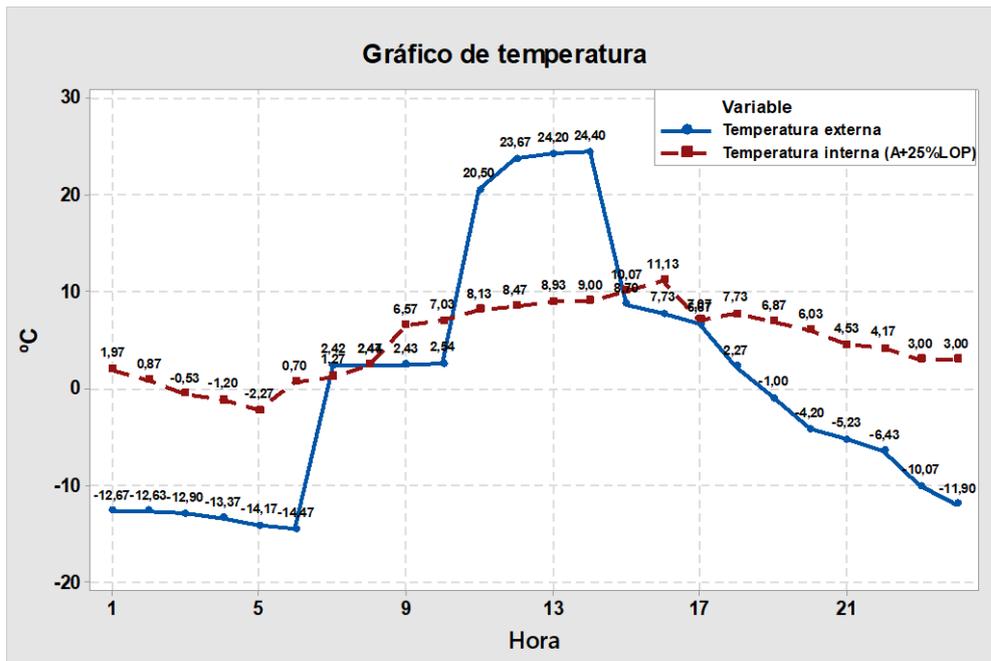


Figura 20. Medición de temperaturas del módulo A (A+0.25%LOP)

Fuente: Elaboración propia

Según lo detallado en la figura 20, que son las temperaturas medidas el día 14 de mayo del 2022, donde se observa que el adobe adicionado con 0.25% de lana de ovino procesado muestra un mejor comportamiento respecto al adobe convencional, debido a que en las horas más frías que se acontecieron entre las 4:00am y 6.00am, el que mejor temperatura almacenó en el módulo elaborado con adobes más 0.25% de lana de ovino procesado almacenó mayor temperatura interna, lo cual otorgaría un mejor confort térmico.

### Adobe + 0.50% de lana de ovino procesado

Los valores de temperatura del adobe convencional y del adobe incorporado con 0.50% de LOP, se detallan en la tabla 15.

**Tabla 15.** *Medición de temperaturas con la adición de 0.50%LOP*

<b>Clima: Cielo despejado durante el día y la noche</b>			
<b>Hora</b>	<b>Temperatura exterior</b>	<b>T° interior (Adobe convencional)</b>	<b>T° interior (A+0.50%LOP)</b>
1:00	-12.80	2.10	1.87
2:00	-12.80	1.00	1.00
3:00	-12.90	-0.43	-0.33
4:00	-13.40	-0.03	-1.43
<b>5:00</b>	<b>-14.20</b>	<b>-3.33</b>	<b>-3.47</b>
<b>6:00</b>	<b>-14.80</b>	<b>-3.67</b>	<b>-3.53</b>
7:00	2.36	1.67	1.13
8:00	2.23	2.83	2.40
9:00	2.10	6.47	3.70
10:00	2.13	7.13	6.33
11:00	20.70	8.07	7.90
12:00	23.70	6.97	8.00
13:00	23.80	7.97	9.37
14:00	24.00	8.33	9.83
15:00	8.00	9.73	10.83
16:00	7.00	10.80	11.60
17:00	6.00	6.73	9.80
18:00	2.00	7.40	8.77
19:00	-1.00	6.53	7.80
20:00	-4.30	5.87	8.07
21:00	-5.20	4.63	4.60
22:00	-6.40	4.23	3.87
23:00	-10.20	3.23	3.20
0:00	-11.80	3.10	2.23

Fuente. Elaborado por el autor

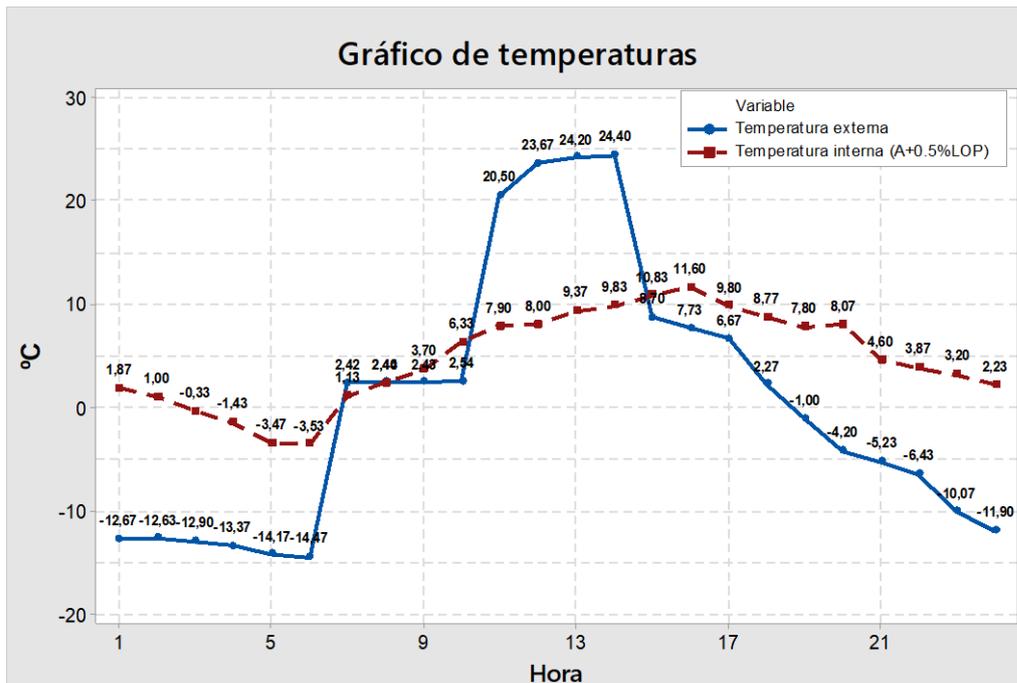


Figura 21. Medición de temperaturas del módulo B (A+0.50%LOP)

Fuente: Elaboración propia

Según lo detallado en la figura 21, que son las temperaturas medidas el día 14 de mayo del 2022, donde se observa que el adobe adicionado con 0.50% de lana de ovino procesado muestra un comportamiento similar respecto al adobe convencional, debido a que en las horas más frías que se acontecieron entre las 4:00am y 6.00am, el módulo almacenó una temperatura interna aproximada de -3.53°C, mientras que en la hora más calurosa del día que se presentó a las 14:00 horas la temperatura interna del módulo de adobe edificado con adobes convencionales fue de 9.83°C, siendo un poco más alto respecto al módulo elaborado con adobes convencionales.

### Adobe + 1.00% de lana de ovino procesado

Los valores de temperatura del adobe convencional y del adobe incorporado con 1.00% de LOP, se detallan en la tabla 16.

**Tabla 16.** *Medición de temperaturas con la adición de 1.00%LOP*

<b>Clima: Cielo despejado durante el día y la noche</b>			
<b>Hora</b>	<b>Temperatura exterior</b>	<b>T° interior (Adobe convencional)</b>	<b>T° interior (A+1.00%LOP)</b>
1:00	-12.80	2.10	1.93
2:00	-12.80	1.00	1.00
3:00	-12.90	-0.43	-0.27
4:00	-13.40	-0.03	-3.63
<b>5:00</b>	<b>-14.20</b>	<b>-3.33</b>	<b>-3.80</b>
<b>6:00</b>	<b>-14.80</b>	<b>-3.67</b>	<b>-3.20</b>
7:00	2.36	1.67	1.03
8:00	2.23	2.83	2.47
9:00	2.10	6.47	3.67
10:00	2.13	7.13	3.77
11:00	20.70	8.07	8.07
12:00	23.70	6.97	7.83
13:00	23.80	7.97	9.17
14:00	24.00	8.33	9.83
15:00	8.00	9.73	11.80
16:00	7.00	10.80	12.83
17:00	6.00	6.73	10.83
18:00	2.00	7.40	9.10
19:00	-1.00	6.53	8.90
20:00	-4.30	5.87	4.23
21:00	-5.20	4.63	4.97
22:00	-6.40	4.23	3.97
23:00	-10.20	3.23	3.57
0:00	-11.80	3.10	2.03

Fuente. Elaborado por el autor

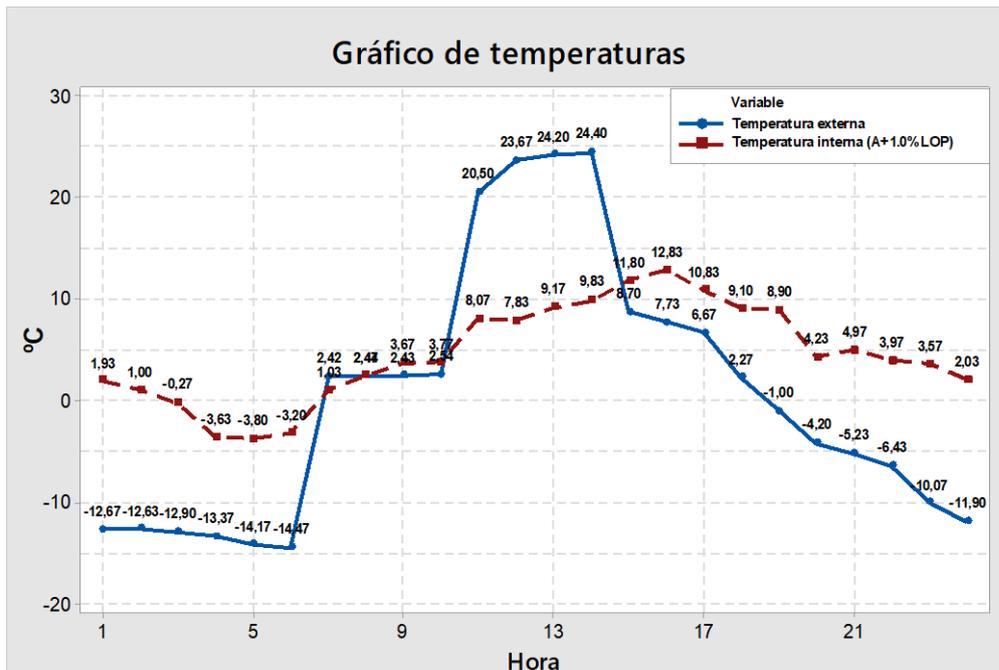


Figura 22. Medición de temperaturas del módulo C (A+1.00%LOP)

Fuente: Elaboración propia

Según lo detallado en la figura 22, que son las temperaturas medidas el día 14 de mayo del 2022, donde se observa que el adobe adicionado con 1.00% de lana de ovino procesado muestra un mejor comportamiento respecto al adobe convencional, debido a que en las horas más frías que se acontecieron entre las 4:00am y 6.00am, el que mejor temperatura almacenó en el módulo elaborado con adobes convencionales, debido a que almacenó mayor temperatura interna, lo cual otorgaría un mejor confort térmico, sin embargo los módulos elaborados con 1.00% de lana de ovino procesado otorgaron mayor confort térmico de 12:00pm a 7:00pm.

### Contrastación de hipótesis

Para la selección del tipo de análisis estadístico se tomó en consideración el número de grupos, y si poseían o una distribución normal, para la toma de decisión se plantearon una hipótesis nula y una alterna; si los valores de significancia eran mayores a 0.05 se tomó como válida la hipótesis nula, sin embargo, si los valores de significancia eran menores a 0.05 se rechazaba la hipótesis nula.

## Prueba de normalidad

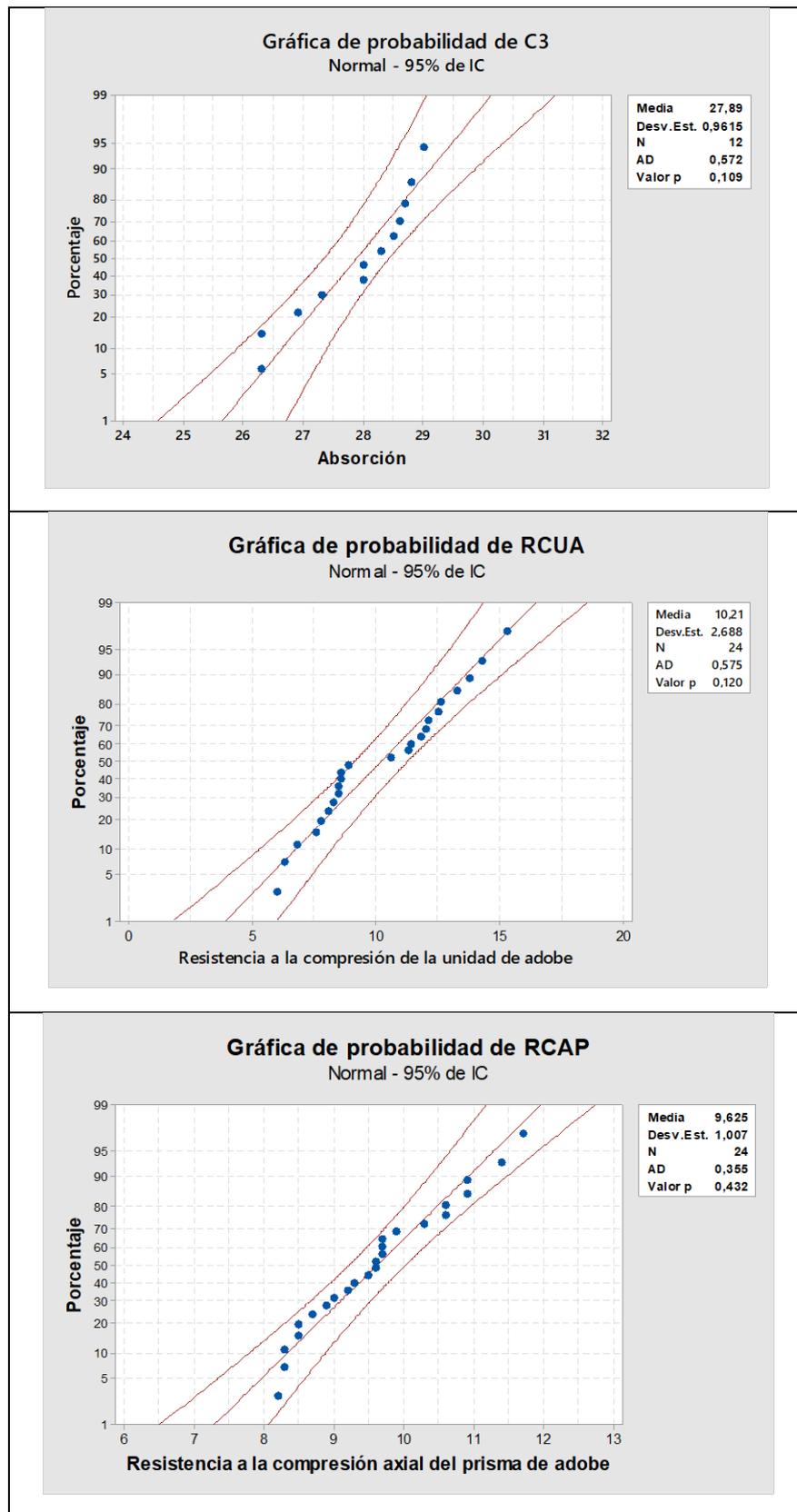


Figura 23. Prueba de normalidad de los indicadores

Fuente: Elaboración propia

Según lo descrito en la figura 23, los valores de absorción, resistencia a la compresión de la unidad de adobe y resistencia a la compresión axial del prisma de adobe cuentan con una normalidad de datos, debido a que el valor de “p” es mayor a 0.05, por lo cual se empleó la prueba paramétrica análisis de varianzas el cual se detalla a continuación.

### Absorción

**Hipótesis nula:** No existe diferencia entre los grupos o medias de los valores de absorción del adobe.

**Hipótesis alterna:** Existe diferencia entre los grupos o medias de los valores de absorción del adobe.

**Tabla 17.** Prueba paramétrica de ANOVA de datos de absorción

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosificación	3	5.929	1.9764	3.73	0.061
Error	8	4.240	0.5300		
Total	11	10.169			

Fuente. Elaborado por el autor

Según a lo mostrado en la tabla 17, se toma como válida la hipótesis nula es decir que con la incorporación de lana de ovino procesado la absorción de la unidad de adobe no varía significativamente, debido a que el valor de significancia fue mayor de 0.05.

Para establecer cual dosificación de lana de ovino procesado influyó más en la absorción de la unidad de adobe, se ejecutó las comparaciones múltiples de Tukey, cual se encuentra detallado en la tabla 18.

**Tabla 18.** Comparaciones múltiples de Tukey de datos de absorción

Dosificación	N	Media	Agrupación
A+1.00%LOP	3	28.000	A
A+0.50%LOP	3	28.333	A
A+0.25%LOP	3	27.367	A
AC	3	27.067	A

Fuente. Elaborado por el autor

Como es posible observar en la tabla 18, ninguna de las dosificaciones de lana de ovino procesado influyó significativamente en la absorción de la unidad de adobe, debido a que los valores promedio de absorción se encuentran halladas en la misma columna, pero los resultados demuestran una tendencia de decrecimiento.

### **Resistencia a la compresión de la unidad**

**Hipótesis nula:** No existe diferencia entre los grupos o medias de los valores de resistencia a la compresión de la unidad de adobe.

**Hipótesis alterna:** Existe diferencia entre los grupos o medias de los valores de resistencia a la compresión de la unidad de adobe.

**Tabla 19.** Prueba paramétrica de ANOVA de la compresión simple

Fuente	gl	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosificación	3	141.79	47.263	38.72	0.000
Error	20	24.41	1.220		
Total	23	166.20			

Fuente. Elaborado por el autor

Según a lo mostrado en la tabla 19, se toma como válida la hipótesis alterna es decir que con la incorporación de lana de ovino procesado la resistencia a la compresión de la unidad de adobe varía significativamente, debido a que el valor de significancia fue menor de 0.05.

Para establecer cual dosificación de lana de ovino procesado influyó más en la resistencia a la compresión de la unidad de adobe, se ejecutó las comparaciones múltiples de Tukey, cual se encuentra detallado en la tabla 20.

**Tabla 20.** Comparaciones múltiples de Tukey de datos de compresión

Dosificación	N	Media	Agrupación	
AC	6	13.117	A	
A+0.25%LOP	6	12.050	A	
A+0.50%LOP	6	8.333		B
A+1.00%LOP	6	7.333		B

Fuente. Elaborado por el autor

Como es posible observar en la tabla 20, las únicas dosificaciones que influyeron significativamente en la resistencia a la compresión de la unidad de adobe, fueron

las de A +0.50%LOP y A+1.00%LOP; debido a que de acuerdo al análisis se encuentran ubicados en una columna distinta en relación al adobe patrón.

### Resistencia a la compresión axial del prisma de adobe

**Hipótesis nula:** No existe diferencia entre los grupos o medias de los valores de resistencia a la compresión axial del prisma de adobe.

**Hipótesis alterna:** Existe diferencia entre los grupos o medias de los valores de resistencia a la compresión axial del prisma de adobe.

**Tabla 21.** Prueba paramétrica de ANOVA de la compresión axial

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosificación	3	2.433	0.81111	12.52	0.000
Error	20	1.295	0.06477		
Total	23	3.729			

Fuente. Elaborado por el autor

Según a lo mostrado en la tabla 21, se toma como válida la hipótesis alterna es decir que con la incorporación de lana de ovino procesado la resistencia a la compresión del prisma de adobe varía significativamente, debido a que el valor de significancia fue menor de 0.05.

Para establecer cual dosificación de lana de ovino procesado influyó más en la resistencia a la compresión axial del prisma de adobe, se ejecutó las comparaciones múltiples de Tukey, cual se encuentra detallado en la tabla 22.

**Tabla 22.** Comparaciones múltiples de Tukey de la compresión axial

Dosificación	N	Media	Agrupación	
A+0.50%LOP	6	4.187	A	
A+1.00%LOP	6	4.140	A	
A+0.25%LOP	6	3.6133		B
AC	6	3.4600		B

Fuente. Elaborado por el autor

Como es posible observar en la tabla 22, las únicas dosificaciones que influyeron significativamente en la resistencia a la compresión axial del prisma de adobe, fueron las de A +0.50%LOP y A+1.00%LOP; debido a que de acuerdo al análisis se encuentran ubicados en una columna distinta en relación al adobe patrón.

## V. DISCUSIÓN

**DG.** De acuerdo a los ensayos de materiales realizados a los adobes convencionales y modificados con 0.25%, 0.50% y 1.0% de lana ovino procesado se determinó que la adición de lana de ovino procesado influye sobre las características físicas, mecánicas y térmicas del adobe en viviendas altoandinas, donde resaltó la dosificación de A+0.25%LOP, ya que con esta proporción la absorción fue de 27.07%, la resistencia a la compresión de la unidad de adobe fue de 12.050 Kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la compresión axial del prisma de adobe fue de 3.63 Kg/cm<sup>2</sup> y que es la que mejor comportamiento térmico tuvo durante las horas más frías, asimismo mantuvo un clima templado durante las horas más cálidas del día.

Dichos resultados concuerdan con el estudio de Cáceres (2021) quien realizó la adición de lana de ovino con en proporciones de 1% y 2%, donde se observó que la resistencia a la compresión decrecía a medida que se incrementaba la dosificación de lana de ovino, sin embargo ocurría lo inverso con la resistencia a la flexión debido a que mientras mayor era la dosificación de lana la resistencia se incrementaba, respecto a los resultados de confort térmico estos concuerdan con el estudio de Korjenic et al. (2015) quien también aplicó lana de oveja en paneles aislantes detallando que el aislamiento térmico de lana de oveja proporciona características comparables con los materiales de convección y, en algunas aplicaciones, incluso funciona mejor.

**D1.** Según los valores obtenidos mediante el ensayo de absorción de la unidad de adobe, se determinó que la propiedad física de absorción se incrementa a medida que crece la dosificación de lana de ovino procesado. El adobe patrón poseía una absorción de 27.067%, mientras que con la adición de 0.25%, 0.50% y 1.00% de lana de ovino procesado los valores promedios de absorción fueron de 27.367%, 28.333% y 28.800% respectivamente.

Los valores conseguidos en el presente estudio concuerdan con el estudio de Cáceres (2021) quien agregando 1% y 2% de lana de ovino, determinó que mientras más es la dosificación de lana de ovino la succión del adobe se incrementa de 1.94 g/min/200cm<sup>2</sup> a 2.56 g/min/200cm<sup>2</sup> y 3.49 g/min/200cm<sup>2</sup> respectivamente.

El incremento de la absorción se debería a las cualidades absorbentes que presenta el adobe, y los espacios vacíos creados por la incorporación de lana de oveja en las mezclas para la elaboración de las unidades de adobe.

**D2.** Según los valores obtenidos mediante los ensayos de resistencia a la compresión de la unidad y de resistencia a la compresión de pilas de adobe, se determinó que las tres dosificaciones de lana de ovino procesado (0.25%, 0.50% y 1.0%) influyen en las propiedades mecánicas del adobe. Ya que el adobe patrón poseía una resistencia a la compresión promedio de 13.117 Kg/cm<sup>2</sup> y con la adición de 0.25%, 0.50% y 1.0% de lana de ovino procesado la resistencia de la unidad varió a 12.05 Kg/cm<sup>2</sup>, 7.33 Kg/cm<sup>2</sup> y 8.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; asimismo la pila de adobes patrón poseía una resistencia a la compresión axial promedio de 3.61 Kg/cm<sup>2</sup> y con la adición de 0.25%, 0.50% y 1.0% de lana de ovino procesado la resistencia axial de la pila de adobes se incrementó a 3.63 Kg/cm<sup>2</sup>, 4.35 Kg/cm<sup>2</sup> y 4.23 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Los valores conseguidos en el presente estudio concuerdan con el estudio de Gonzales (2019), quien agregó fibras de eucalipto a una mezcla para la elaboración de unidades de adobe, determinó que mientras más incrementaba las fibras de eucalipto los valores de resistencia a la compresión de la unidad y compresión axial de las pilas de adobe se incrementaban, asimismo este estudio concuerda con la investigación de Statuto, Sica y Picuno (2018) quien señala que los adobes estabilizados con lana de oveja poseen un mejor comportamiento respecto a otros subproductos agrícolas como la paja de trigo.

Los adobes estabilizados con 0.25% de lana de ovino procesado cumplen con las especificaciones mínimas establecidas en la Norma E – 080, y resulta óptima para incrementar las características mecánica-estructurales de esta unidad de albañilería comúnmente usada en el medio rural, ya sea por el costo y el confort térmico que otorga en las temporadas de invierno en las zonas del altiplano peruano.

**D3.** De acuerdo a los valores obtenidos mediante la medición de temperaturas del exterior e interior de los módulos de adobe construido se determinó que con la adición de 0.25% de lana de ovino procesado las propiedades térmicas del adobe

mejoran, ya que de acuerdo a las mediciones de temperatura externa la hora más fría del día fue a las 06:00am, donde se observó que la temperatura externa fue de  $-14^{\circ}\text{C}$ , mientras que al interior del módulo edificado con adobes estabilizados con 0.25% de lana de ovino procesado fue de  $0.70^{\circ}\text{C}$ , más alto que el módulo construido con adobes convencionales que fue de  $-2.00^{\circ}\text{C}$ .

Estos resultados concuerdan con el estudio de Gonzales (2019), quien señala que las fibras incrementaron las propiedades térmicas debido a que conservan más la temperatura a medida que transcurre el tiempo, asimismo se pudo observar que en ambos estudios en las horas más calurosas los módulos estabilizados mantienen una temperatura interna más templada.

## VI. CONCLUSIONES

Como respuesta al objetivo general, se concluyó que la adición de lana de ovino procesado influye sobre las características físicas, mecánicas y térmicas del adobe en viviendas altoandinas, donde resaltó la dosificación de A+0.25%LOP, ya que con esta proporción la absorción fue de 27.367%, la resistencia a la compresión de la unidad de adobe fue de 12.050 Kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la compresión axial del prisma de adobe fue de 3.63 Kg/cm<sup>2</sup> y que es la que mejor comportamiento térmico tuvo durante las horas más frías, asimismo mantuvo un clima templado durante las horas más cálidas del día.

En respuesta al objetivo específico 1, se concluyó que la propiedad física de absorción se incrementa a medida que crece la dosificación de lana de ovino procesado, pero el aumento no es significativo. El adobe patrón poseía una absorción de 27.067%, mientras que con la adición de 0.25%, 0.50% y 1.00% de lana de ovino procesado los valores promedios de absorción fueron de 27.367%, 28.333% y 28.800% respectivamente.

En respuesta al objetivo específico 2, se concluyó que las tres dosificaciones de lana de ovino procesado (0.25%, 0.50% y 1.0%) influyen en las propiedades mecánicas del adobe. Ya que el adobe patrón poseía una resistencia a la compresión promedio de 13.117 Kg/cm<sup>2</sup> y con la adición de 0.25%, 0.50% y 1.0% de lana de ovino procesado la resistencia de la unidad varió a 12.05 Kg/cm<sup>2</sup>, 7.33 Kg/cm<sup>2</sup> y 8.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; asimismo la pila de adobes patrón poseía una resistencia a la compresión axial promedio de 3.61 Kg/cm<sup>2</sup> y con la adición de 0.25%, 0.50% y 1.0% de lana de ovino procesado la resistencia axial de la pila de adobes se incrementó a 3.63 Kg/cm<sup>2</sup>, 4.35 Kg/cm<sup>2</sup> y 4.23 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

En respuesta al objetivo específico 3, se concluyó que con la adición de 0.25% de lana de ovino procesado las propiedades térmicas del adobe mejoran, ya que de acuerdo a las mediciones de temperatura externa la hora más fría del día fue a las 06:00am, donde se observó que la temperatura externa fue de -14°C, mientras que al interior del módulo edificado con adobes estabilizados con 0.25% de lana de ovino procesado fue de 0.70°C, más alto que el módulo construido con adobes convencionales que fue de -2.00°C, asimismo se pudo observar que en las horas

más calurosas los módulos estabilizados mantienen una temperatura interna más templada.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que, para la fabricación de los adobes, se emplee 0.25% de lana de ovino, debido a que con esa dosificación en este estudio se cumplieron los requerimientos mínimos estipulados por la Norma E-0.80, para sus propiedades mecánicas.

Para posteriores estudios se sugiere que se realice el estudio de otros estabilizantes de origen orgánico, con la finalidad de incrementar las características físicas, mecánicas y térmicas de los adobes.

Se sugiere que para posteriores estudios se realicen combinaciones de lava de ovino con otros estabilizantes, para observar cómo influye sobre las propiedades de resistencia a la compresión de las unidades de adobe.

Se recomienda que para posteriores investigaciones se realice estudios donde se aplique revestimiento de lana de ovino y barro en viviendas altoandinas y ver su comportamiento térmico frente a la acción de las heladas.

## REFERENCIAS

### Tesis

BERGOUGNOUX, Ana, SCAGNI, Juan. Producción y calidad de la lana de ovejas Corriedale y Milchschaf y su importancia económica en un sistema terminal de producción de corderos. Tesis (Licenciados en Veterinaria) Uruguay: Universidad de la República, 2020.

Disponible en <https://bit.ly/3wSAF1X>

CACERES, G. Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe incorporando lana de ovino, Platería - Puno 2021. Tesis (Ingeniería Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Disponible en <https://bit.ly/3JWfXIN>

CACERES, Griscell. Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe incorporando lana de ovino, Plateria – Puno – Puno, 2021. Tesis (Ingeniería Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Disponible en <https://bit.ly/3JVX4zg>

GONZALES, Elin. Influencia de la fibra del Eucalipto en las propiedades mecánicas y térmica del adobe, Cajamarquilla-Ocros-Áncash, 2019. Tesis (Ingeniería Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible <https://bit.ly/3LvZQvk>

MACIAS, Alba. Evolución del comportamiento mecánico de bloques y baldosas de tierra comprimida estabilizada sometidas a helacidad. Tesis (Ingeniería Civil) Sevilla: Universidad de Sevilla, 2017.

Disponible en <https://bit.ly/36Ogd7M>

QUINTANA, Diana y VERA, Mithwar. Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por Mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. Tesis (Ingeniería Civil) Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2017.

Disponible en <https://bit.ly/3uzT80E>

SANTOS, Guadalupe. Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con Lupus, Puebla. Tesis (Licenciado en Matemáticas Aplicadas) Puebla: Universidad Autónoma de Puebla, 2017.

Disponible en <https://bit.ly/3tEFVEF>

TICONA, Jhon. Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancane, Puno – 20190 Tesis (Ingeniera Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

Disponible en <https://bit.ly/3qRrX0e>

### **Revistas electrónicas**

ARANDA, Yolanda y GARCIA, Víctor. Elementos arquitectónicos y constructivos de una vivienda del siglo XVII en Zinacantepec, México. Revista Legado de Arquitectura y Diseño [en línea]. Enero-abril 2016, n.º 19. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/36HjjKV>

ISSN: 2007-3615

ARANDA, Yolanda y GARCIA, Víctor. Elementos arquitectónicos y constructivos de una vivienda del siglo XVII en Zinacantepec, México. Revista Legado de Arquitectura y Diseño [en línea]. Enero-abril 2016, n.º 19. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/36HjjKV>

ISSN: 2007-3615

ARCE, Wilmor et al. Diseño de software de clasificación de suelo programado en la plataforma .net de Visual Studio bajo las normas de los sistemas SUCS y AASTHO. Revista de Investigación Tierra. [en línea]. Agosto-octubre 2021, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3DpmsuQ>

AYMERICH, F., FENU, L. y MELONI, P., 2012. Effect of reinforcing wool fibres on fracture and energy absorption properties of an earthen material. Construction and Building Materials [en línea], Enero-marzo 2012, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3LvretC>

ISSN: 0950-0618

CARDENAS, Jhon; LIZARAZO, Juan; APERADOR, William. Comportamiento mecánico de sistemas cementantes binarios (Cemento portland - ceniza volante - escoria de alto horno). Revista de Investigación LatinAm. Metal. Mater. [en línea]. Enero-marzo 2016, n.º 2. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3LtyZjv>

ISSN: 0255-6952

CATALAN, Policarpio et al. Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio. Revista de Investigación Acta Universitaria. [en línea]. Enero-marzo 2019, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/375hw2c>

ISSN: 0188-6266

CONCHA, J. y ANTICO, F.C. Mechanical and damage similarities of adobe blocks reinforced with natural and industrial fibres. Materia [en línea], Octubre-diciembre 2020, n.º 4. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/36JBWhh>

ELVIRA, Mario. De que está hecha la lana y principales características textiles. Revista de Investigación Argentino de Producción Animal [en línea]. Enero-marzo 2013, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022]. Febrero-mayo 2009, n.º 31. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3iPLwBx>

GARZON, Julio; GARRIDO, Elvira; HIDALGO, Carlos. Curva Granulométrica. Revista de Investigación Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos [en línea]. Noviembre-diciembre 2017, n.º 2. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/376tCrT>

ISSN: 1799-0547

HERNANDEZ, Jazmín, FIGUEROA, Benjamín. Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza.

Revista de Investigación Mexicana de Ciencias Agrícolas. [en línea]. Abril-setiembre 2019, n.º 2. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3x9ddhp>

ISSN: 2007-0934

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. Revista de Investigaciones Altoandinas [en línea]. Mayo-julio 2018, n.º 14. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/386r1hW>

ISSN: 2313-2957

HOSSNE, Americo. Sandy loam savanna soil elastoplasticity. Revista de Investigación Dialnet. [en línea]. Mayo-junio 2014, n.º 2. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3JYSn7U>

ISSN: 2343-6468

HOSSNE, Americo. Sandy loam savanna soil elastoplasticity. Revista de Investigación Dialnet. [en línea]. Mayo-junio 2014, n.º 2. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3JYSn7U>

ISSN: 2343-6468

KORJENIC, A. et al. Sheep Wool as a Construction Material for Energy Efficiency Improvement. Energy [en línea], Agosto-noviembre 2015, n.º 4. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3JXI43Y>

ISSN: 5765-5781

LINARES, J., HUERTAS, Francisco, CAPEL, Josefa. La arcilla como material cerámico. Características y comportamiento. Revista de Investigación de la Universidad de Granada [en línea]. Agosto-setiembre 1983, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3Lw4edT>

ISSN: 1418-3265

LOPEZ, P. Población, Muestra y Muestreo. Revista Punto Cero [en línea]. Julio-agosto 2004, n.º 8. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/359tQhf>

ISSN: 1815-0276

MENDOZA, Sandra y AVILA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección. Revista Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA [en línea]. Octubre-diciembre 2020, n.º 17. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Revista International Journal of Morphology [en línea]. Marzo-abril 2017, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3NfB9Fr>

ISSN: 0717-9502

PARLATO, M.C.M. y PORTO, S.M.C. Organized Framework of Main Possible Applications of Sheep Wool Fibers in Building Components. Sustainability [en línea], Febrero-mayo 2020, n.º 4. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3iMGndD>

QUISPE, POMA y PURROY. Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya. Revista de investigación Complutense de Ciencias Veterinarias [en línea]. Enero-marzo 2013, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3x98hJp>

ISSN: 1988-2688

RIVERA, C. et al. Sample key features affecting mechanical, acoustic and thermal properties of a natural-stabilised earthen material. Construction and Building Materials [en línea], Octubre-diciembre 2021, n.º 21. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3NzVPIc>

RODIGUEZ, A.; PEREZ, A. Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. Revista Escuela de Administración de Negocios [en línea]. Mayo-junio 2017, n.º 82. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3unpvj7>

ISSN: 0120-8160

RUIZ, Alejandro; SANCHEZ, Francisco. Caracterización mecánica de piezas de adobe fabricado en la región de tuxtla Gutiérrez. Revista de Investigación espacio I+D Innovación más Desarrollo. [en línea]. Enero-marzo 2015, n.º 7. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3uKwLFH>

ISSN: 2007-6703

SCHOONOVER, Jon; CRIM, Jackie. Introducción a los conceptos de suelo y el papel de Suelos en el manejo de cuencas hidrográficas. Revista de Investigación Procesos Urbano [en línea]. Marzo-junio 2018, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3qNILFy>

ISSN: 2007-3615

STATUTO, D., SICA, C. y PICUNO, P. Experimental development of clay bricks reinforced with agricultural by-products. Sustainable Farming-SFARM View project Mediterranean technology led incubator co-operation-MEDI-CUBE View project. [en línea], Marzo-mayo 2018, n.º 21. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/36lls9c>.

SUAREZ, E.J. et al., 2017. Effect of the Addition of Cactus Mucilage and Fibers To Samples of Poured Earth. International Journal of Engineering Sciences & Research Technology [en línea], Mayo-julio 2017, n.º 21. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3NDM9wv>.

TINOCO, Oscar. Cadena productiva de lana de oveja en el sector textil y de confecciones. Revista de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos [en línea]. Octubre-diciembre 2009, n.º 2. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3tUJYNb>

ISSN: 1212-6132

TORRES, Alfredo y TADEO, Ana. Análisis de la norma de ensayo NLT 105/91, "Determinación del límite líquido de un suelo por el método del Aparato Casagrande.

Revista de Investigación Dialnet. [en línea]. Enero-mayo 2000, n.º 117. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/38i3ta4>

ISSN: 0213-8468

### **Libros**

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. Tesis y metodología de la investigación. 6.<sup>ta</sup> ed. s.l.: McGraw-Hill, 2014. 426 pp.

NORMA E.080. Diseño y construcción con tierra reforzada. Sn ed. s.t. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, 2017, 24 pp.

SANCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. 1ra ed. S.t.: Universidad Ricardo Palma: Lima, 2018, 146 pp.

VARA, Arístides. 7 pasos para una tesis exitosa. 1<sup>ra</sup>. ed. Universidad San Martín de Porres, 2010. 451 pp.

VILLALAZ, Crespo. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ta ed. s.t. Ediciones Limusa. España, 2004, 652 pp.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

"ADICION DE LANA DE OVINO PROCESADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN VIVIENDAS ALTOANDINAS, DISTRITO DE PALCA, PUNO, 2022"						
TIPO DE VARIABLES	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	Lana de ovino procesado	Esta fibra generalmente está compuesta en gran medida por el material Queratina, la cual causa de su consistencia foliculosa pilosa impide la penetración del agua. El diámetro que comprende esta fibra natural oscila entre una dimensión de 12 a 120 micras de espesor, así mismo la longitud por la cual se comprende este material oscila entre los 20 a 350 milímetros. Este tipo de fibras animales se encuentran en la dermis de las ovejas las cuales albergan una gran cantidad de colágeno surgiendo pequeños folículos lanosos. En tanto el procesamiento de este material comprende la etapa de lavado (Cáceres, 2021, p. 23).	Para medir la variable lana de ovino procesado se enfocó en la cantidad del material y la longitud del material las cuales se medirá de la siguiente manera 0.25%, 0.50% y 1.00% de lana de ovino procesado en relación al peso (kg/cm <sup>3</sup> ) del suelo seco y la longitud del material en relación al largo (cm) de la lana de ovino procesado.	Cantidad del material	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	Razón
				Longitud del material	Largo (cm)	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE	Propiedades del adobe	Las propiedades vienen denominándose a las cualidades que adopta el adobe, dentro de estas se puede encontrar las cualidades físicas los cuales se encargan de ver los aspectos del material en la etapa plástica, como la humedad, dentro de los aspectos mecánico se tiene en consideración los factores de resistencia como son la compresión y pilas, finalmente dentro de las cualidades térmicas se tienen los aspectos del almacenamiento de temperatura que pueden guardar los bloques de tierra comprimidos (Quintana y Vera, 2017, p. 25).	Para medir la variable propiedades del adobe se tomará en consideración los aspectos físicos, mecánicos y térmicos los cuales se tomaron de la siguiente manera: absorción para medir la propiedad física, resistencia a la unidad y axial de pilas para medir la resistencia del material y finalmente la temperatura para medir el confort térmico que albergan este tipo de mamposterías dentro de la viviendas alto andinas.	Propiedad física	Absorción (%)	Razón
				Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión de la unidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón
					Resistencia a la compresión axial de pilas (kg/cm <sup>2</sup> )	
Propiedad térmica	Temperatura (°C)	Razón				

## Anexo 2. Matriz de consistencia

"ADICIÓN DE LANA DE OVINO PROCESADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN VIVIENDAS ALTOANDINAS, DISTRITO DE PALCA, PUNO, 2022"						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA PRINCIPAL</b> ¿Cómo la adición de lana de ovino procesado podría mejorar las propiedades del adobe en viviendas altonadinas, Distrito de Palca, Puno, 2022?</p>	<p><b>OBJETIVO PRINCIPAL</b> Mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas mediante la adición de lana de ovino procesado, Distrito de Palca, Puno, 2022.</p>	<p><b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b> La adición de 0.25% de lana de ovino procesado mejora las propiedades del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.</p>	<p><b>VI:</b> Lana de ovino procesado</p>	<p>Cantidad del material</p>	<p>Peso (kg/m<sup>3</sup>)</p>	<p>• <b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Científico hipotético deductivo</p> <p>• <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Experimental  <b>Ge1 (A):</b> Y1 <math>\Rightarrow</math> X <math>\Rightarrow</math> Y2  <b>Ge2 (A):</b> Y3 <math>\Rightarrow</math> X' <math>\Rightarrow</math> Y4                      Ge1 Observación con LOP                      Ge2 Observación con LOP</p> <p>• <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada</p> <p>• <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Explicativo</p> <p>• <b>POBLACIÓN</b> Todas las viviendas elaboradas de adobe en el Distrito de Palca.</p> <p>• <b>MUESTRA</b> 12 unidades para el ensayo de absorción, 24 unidades para el ensayo de compresión simple, 24 pilas de adobe de 3 hiladas para el ensayo de compresión axial y 4 módulos fabricados de adobe.</p> <p>• <b>TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS:</b> Observación directa</p> <p>• <b>TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> A través de software de simulación y análisis</p>
<p><b>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 1</b> ¿Cuál es la proporción adecuada de lana de ovino procesado que podría mejorar la propiedad física del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022?</p>	<p><b>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 1</b> Mejorar la propiedad física del adobe por medio de una proporción óptima de lana de ovino procesado en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.</p>	<p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº1</b> Una proporción adecuada de 0.25% de lana de ovino procesado mejora la propiedad física del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.</p>				
<p><b>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 2</b> ¿Cuál es la proporción adecuada de lana de ovino procesado que podría mejorar las propiedades mecánicas del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022?</p>	<p><b>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 2</b> Incrementar las propiedades mecánicas del adobe por medio de una proporción óptima de lana de ovino procesado en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.</p>	<p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº2</b> Una proporción adecuada de 0.25%, 0.50% y 1.00% de lana de ovino procesado incrementa las propiedades mecánicas del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.</p>				
<p><b>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 3</b> ¿Cuál es la proporción adecuada de lana de ovino procesado que podría mejorar la propiedad térmica del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022?</p>	<p><b>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 3</b> Elevar la propiedad térmica del adobe por medio de una proporción óptima de lana de ovino procesado en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.</p>	<p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº3</b> Una proporción adecuada de 0.25% de lana de ovino procesado eleva la propiedad térmica del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022.</p>	<p><b>VD:</b> Propiedades del adobe</p>	<p>Propiedad física</p>	<p>Absorción (%)</p>	
				<p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Resistencia a la compresión de la unidad (kg/cm<sup>2</sup>)</p> <p>Resistencia a la compresión axial de pilas (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	
				<p>Propiedad térmica</p>	<p>Temperatura (°C)</p>	

## Anexo 3. Constancia de validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo: Hugo Darío Machaca Condori con CIP N° 269718, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Adición de lana de ovino procesado para mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.			X		
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.			X		
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.			X		
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.			X		
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.			X		
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	

<b>VALORACION TOTAL</b>	<b>27</b>
-------------------------	-----------

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

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de **27** y está dentro del rango de valoración **21 – 30** y su validación fue **regular**.

Juliaca, 19 de mayo del 2022

  
 Hugo Darío Machaca Condori  
CIP 269718  
INGENIERO CIVIL

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo: Saul Yonathan Aracayo Curo con CIP N° 270784, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Adición de lana de ovino procesado para mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.			X		
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				X	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	

<b>VALORACION TOTAL</b>	<b>32</b>
-------------------------	-----------

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

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de **32** y está dentro del rango de valoración **31 - 36** y su validación fue **Bueno**.

Juliaca, 19 de mayo del 2022




Saul Yonathan Aracayo Curo  
CIP: 270784  
INGENIERO CIVIL

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo: Ricardo Aroni Acero Puma con CIP N° 109836, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Adición de lana de ovino procesado para mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de Palca, Puno, 2022”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.			X		
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					X
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X

<b>VALORACION TOTAL</b>	<b>37</b>
-------------------------	-----------

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

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de **37** y está dentro del rango de valoración **37-40** y su validación fue **Excelente**.

Juliaca, 19 de mayo del 2022



## Anexo 4. Instrumento para la medición de temperaturas



INSTRUMENTO PARA LA MEDICIÓN DE TEMPERATURAS						
<b>Lugar</b>	Distrito de Palca					
<b>Tesistas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olarte Mamani, Isaú Erick</li> <li>• Velasquez Mamani, Luz Merayda</li> </ul>					
<b>Clima</b>	Cielo despejado					
<b>Módulo</b>	Construido con adobes adicionados con 0.25% de lana de ovino procesado					
<b>Fecha</b>	Del 10 de junio al 12 de junio del 2022					
	Temperatura exterior			Temperatura interior (Módulo construido con adobe +0.25%LOP)		
Hora	Día 1	Día 2	Día 3	Día 1	Día 2	Día 3
<b>1:00</b>	-12.80	-12.50	-12.70	2.10	1.80	2.00
<b>2:00</b>	-12.80	-12.50	-12.60	1.00	0.70	0.90
<b>3:00</b>	-12.90	-12.80	-13.00	-0.30	-0.70	-0.60
<b>4:00</b>	-13.40	-13.10	-13.60	-3.50	-3.80	3.70
<b>5:00</b>	-14.20	-13.80	-14.50	-2.00	-2.50	-2.30
<b>6:00</b>	-14.80	-14.10	-14.50	0.80	0.60	0.70
<b>7:00</b>	2.36	2.40	2.50	1.40	1.10	1.30
<b>8:00</b>	2.23	2.50	2.60	2.60	2.30	2.50
<b>9:00</b>	2.10	2.50	2.70	6.80	6.50	6.40
<b>10:00</b>	2.13	2.60	2.90	7.20	6.90	7.00
<b>11:00</b>	20.70	20.90	19.90	8.20	8.10	8.10
<b>12:00</b>	23.70	24.10	23.20	8.60	8.30	8.50
<b>13:00</b>	23.80	24.30	24.50	8.90	8.80	9.10
<b>14:00</b>	24.00	25.10	24.10	9.00	8.90	9.10
<b>15:00</b>	8.00	9.40	8.70	10.00	10.00	10.20
<b>16:00</b>	7.00	8.30	7.90	11.00	11.10	11.30
<b>17:00</b>	6.00	7.20	6.80	9.00	6.00	6.20
<b>18:00</b>	2.00	2.30	2.50	8.00	7.00	8.20
<b>19:00</b>	-1.00	-1.30	-0.70	7.00	6.70	6.90
<b>20:00</b>	-4.30	-4.70	-3.60	6.20	5.90	6.00
<b>21:00</b>	-5.20	-5.60	-4.90	4.70	4.40	4.50
<b>22:00</b>	-6.40	-6.70	-6.20	4.20	4.10	4.20
<b>23:00</b>	-10.20	-10.10	-9.90	3.00	2.90	3.10
<b>0:00</b>	-11.80	-11.30	-12.60	3.00	2.90	3.10

<b>INSTRUMENTO PARA LA MEDICIÓN DE TEMPERATURAS</b>						
<b>Lugar</b>	Distrito de Palca					
<b>Tesistas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olarte Mamani, Isaú Erick</li> <li>• Velasquez Mamani, Luz Merayda</li> </ul>					
<b>Clima</b>	Cielo despejado					
<b>Módulo</b>	Construido con adobes adicionados con 0.50% de lana de ovino procesado					
<b>Fecha</b>	Del 10 de junio al 12 de junio del 2022					
<b>Hora</b>	<b>Temperatura exterior</b>			<b>Temperatura interior (Módulo construido con adobe +0.50%LOP)</b>		
	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>
<b>1:00</b>	-12.80	-12.50	-12.70	2.00	1.70	1.90
<b>2:00</b>	-12.80	-12.50	-12.60	1.10	0.90	1.00
<b>3:00</b>	-12.90	-12.80	-13.00	-0.20	-0.50	-0.30
<b>4:00</b>	-13.40	-13.10	-13.60	-3.80	-4.10	3.60
<b>5:00</b>	-14.20	-13.80	-14.50	-3.40	-3.60	-3.40
<b>6:00</b>	-14.80	-14.10	-14.50	-3.40	-3.70	-3.50
<b>7:00</b>	2.36	2.40	2.50	1.30	1.00	1.10
<b>8:00</b>	2.23	2.50	2.60	2.60	2.30	2.30
<b>9:00</b>	2.10	2.50	2.70	3.90	3.40	3.80
<b>10:00</b>	2.13	2.60	2.90	6.50	6.10	6.40
<b>11:00</b>	20.70	20.90	19.90	8.40	8.10	7.20
<b>12:00</b>	23.70	24.10	23.20	8.20	7.90	7.90
<b>13:00</b>	23.80	24.30	24.50	9.50	9.20	9.40
<b>14:00</b>	24.00	25.10	24.10	10.00	9.70	9.80
<b>15:00</b>	8.00	9.40	8.70	11.00	10.70	10.80
<b>16:00</b>	7.00	8.30	7.90	12.00	11.00	11.80
<b>17:00</b>	6.00	7.20	6.80	10.00	9.60	9.80
<b>18:00</b>	2.00	2.30	2.50	9.00	8.70	8.60
<b>19:00</b>	-1.00	-1.30	-0.70	8.00	7.50	7.90
<b>20:00</b>	-4.30	-4.70	-3.60	8.50	7.30	8.40
<b>21:00</b>	-5.20	-5.60	-4.90	4.20	5.10	4.50
<b>22:00</b>	-6.40	-6.70	-6.20	3.80	4.10	3.70
<b>23:00</b>	-10.20	-10.10	-9.90	3.00	3.50	3.10
<b>0:00</b>	-11.80	-11.30	-12.60	2.30	2.00	2.40

<b>INSTRUMENTO PARA LA MEDICIÓN DE TEMPERATURAS</b>						
<b>Lugar</b>	Distrito de Palca					
<b>Tesistas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olarte Mamani, Isaú Erick</li> <li>• Velasquez Mamani, Luz Merayda</li> </ul>					
<b>Clima</b>	Cielo despejado					
<b>Módulo</b>	Construido con adobes adicionados con 1.00% de lana de ovino procesado					
<b>Fecha</b>	Del 10 de junio al 12 de junio del 2022					
<b>Hora</b>	<b>Temperatura exterior</b>			<b>Temperatura interior (Módulo construido con adobe +1.00%LOP)</b>		
	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>
<b>1:00</b>	-12.80	-12.50	-12.70	2.00	1.90	1.90
<b>2:00</b>	-12.80	-12.50	-12.60	1.10	0.90	1.00
<b>3:00</b>	-12.90	-12.80	-13.00	-0.10	-0.40	-0.30
<b>4:00</b>	-13.40	-13.10	-13.60	-3.40	-3.90	-3.60
<b>5:00</b>	-14.20	-13.80	-14.50	-4.00	-3.60	-3.80
<b>6:00</b>	-14.80	-14.10	-14.50	-2.40	-3.70	-3.50
<b>7:00</b>	2.36	2.40	2.50	1.00	1.00	1.10
<b>8:00</b>	2.23	2.50	2.60	2.80	2.30	2.30
<b>9:00</b>	2.10	2.50	2.70	3.80	3.40	3.80
<b>10:00</b>	2.13	2.60	2.90	3.90	3.60	3.80
<b>11:00</b>	20.70	20.90	19.90	8.30	8.00	7.90
<b>12:00</b>	23.70	24.10	23.20	6.30	8.90	8.30
<b>13:00</b>	23.80	24.30	24.50	9.30	9.00	9.20
<b>14:00</b>	24.00	25.10	24.10	10.00	9.70	9.80
<b>15:00</b>	8.00	9.40	8.70	12.00	11.70	11.70
<b>16:00</b>	7.00	8.30	7.90	13.00	12.60	12.90
<b>17:00</b>	6.00	7.20	6.80	11.00	11.00	10.50
<b>18:00</b>	2.00	2.30	2.50	10.00	8.70	8.60
<b>19:00</b>	-1.00	-1.30	-0.70	9.00	8.90	8.80
<b>20:00</b>	-4.30	-4.70	-3.60	4.40	4.10	4.20
<b>21:00</b>	-5.20	-5.60	-4.90	5.10	4.90	4.90
<b>22:00</b>	-6.40	-6.70	-6.20	4.00	4.10	3.80
<b>23:00</b>	-10.20	-10.10	-9.90	3.70	3.50	3.50
<b>0:00</b>	-11.80	-11.30	-12.60	2.00	2.00	2.10

<b>INSTRUMENTO PARA LA MEDICIÓN DE TEMPERATURAS</b>						
<b>Lugar</b>	Distrito de Palca					
<b>Tesistas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olarte Mamani, Isaú Erick</li> <li>• Velasquez Mamani, Luz Merayda</li> </ul>					
<b>Clima</b>	Cielo despejado					
<b>Módulo</b>	Construido con adobes convencionales					
<b>Fecha</b>	Del 10 de junio al 12 de junio del 2022					
<b>Hora</b>	<b>Temperatura exterior</b>			<b>Temperatura interior (Módulo construido con adobes convencionales)</b>		
	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>
<b>1:00</b>	-12.80	-12.50	-12.70	2.50	1.80	2.00
<b>2:00</b>	-12.80	-12.50	-12.60	1.40	0.70	0.90
<b>3:00</b>	-12.90	-12.80	-13.00	0.00	-0.70	-0.60
<b>4:00</b>	-13.40	-13.10	-13.60	0.00	-3.80	3.70
<b>5:00</b>	-14.20	-13.80	-14.50	-2.00	-4.10	-3.90
<b>6:00</b>	-14.80	-14.10	-14.50	-2.00	-4.60	-4.40
<b>7:00</b>	2.36	2.40	2.50	2.60	1.10	1.30
<b>8:00</b>	2.23	2.50	2.60	3.70	2.30	2.50
<b>9:00</b>	2.10	2.50	2.70	6.50	6.50	6.40
<b>10:00</b>	2.13	2.60	2.90	7.50	6.90	7.00
<b>11:00</b>	20.70	20.90	19.90	8.00	8.10	8.10
<b>12:00</b>	23.70	24.10	23.20	4.10	8.30	8.50
<b>13:00</b>	23.80	24.30	24.50	6.00	8.80	9.10
<b>14:00</b>	24.00	25.10	24.10	7.00	8.90	9.10
<b>15:00</b>	8.00	9.40	8.70	9.00	10.00	10.20
<b>16:00</b>	7.00	8.30	7.90	10.00	11.10	11.30
<b>17:00</b>	6.00	7.20	6.80	8.00	6.00	6.20
<b>18:00</b>	2.00	2.30	2.50	7.00	7.00	8.20
<b>19:00</b>	-1.00	-1.30	-0.70	6.00	6.70	6.90
<b>20:00</b>	-4.30	-4.70	-3.60	5.70	5.90	6.00
<b>21:00</b>	-5.20	-5.60	-4.90	5.00	4.40	4.50
<b>22:00</b>	-6.40	-6.70	-6.20	4.40	4.10	4.20
<b>23:00</b>	-10.20	-10.10	-9.90	3.70	2.90	3.10
<b>0:00</b>	-11.80	-11.30	-12.60	3.30	2.90	3.10

# Anexo 5. Certificados de laboratorio

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : Adición de lana de ovino procesado para mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de palca, Puno, 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. Luz merayda Velasquez mamani - Bach. Erik isau olarte mamani  
**UBICACIÓN** : Distrito de palca, Puno  
**MUESTRA** : M-01  
**PROFUNDIDAD** : 1,50 m.  
**FECHA** : jueves, 14 de abril de 2022

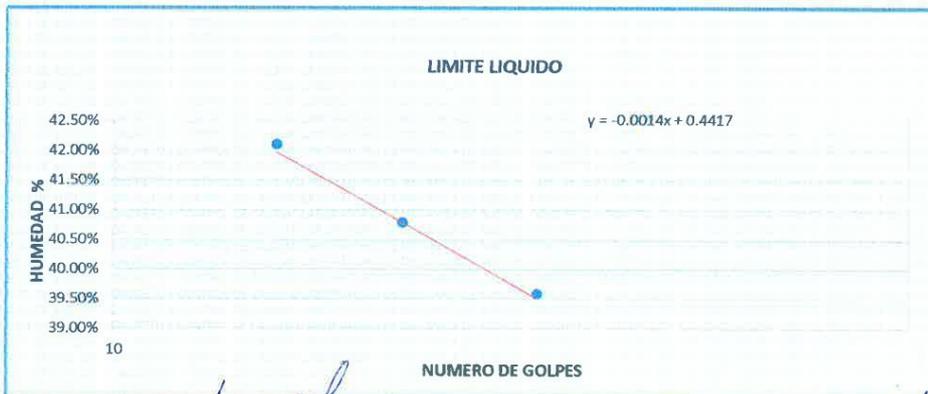
#### LIMITE LIQUIDO

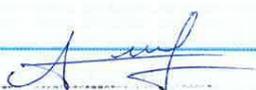
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	D	7	M
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	38.43	37.96	38.53
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.52	32.95	33.32
AGUA	gr.	4.91	5.01	5.21
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.86	20.67	20.16
PESO DEL SUELO SECO	gr.	11.66	12.28	13.16
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	42.11%	40.80%	39.59%
NUMERO DE GOLPES	N	16	23	34

#### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	O	E
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	27.37	27.25
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	26.04	25.92
AGUA	gr.	1.33	1.33
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.8	20.6
PESO DEL SUELO SECO	gr.	5.27	5.32
LIMITE PLASTICO	%	25.24%	25.00%

LIMITE LIQUIDO	40.74
LIMITE PLASTICO	25.12
INDICE DE PLASTICIDAD	15.62



  
 Bach. Ing. Andres Lopez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNICO  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 D.M. 7532064



  
 Ing. Wilder Colquhuanca  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



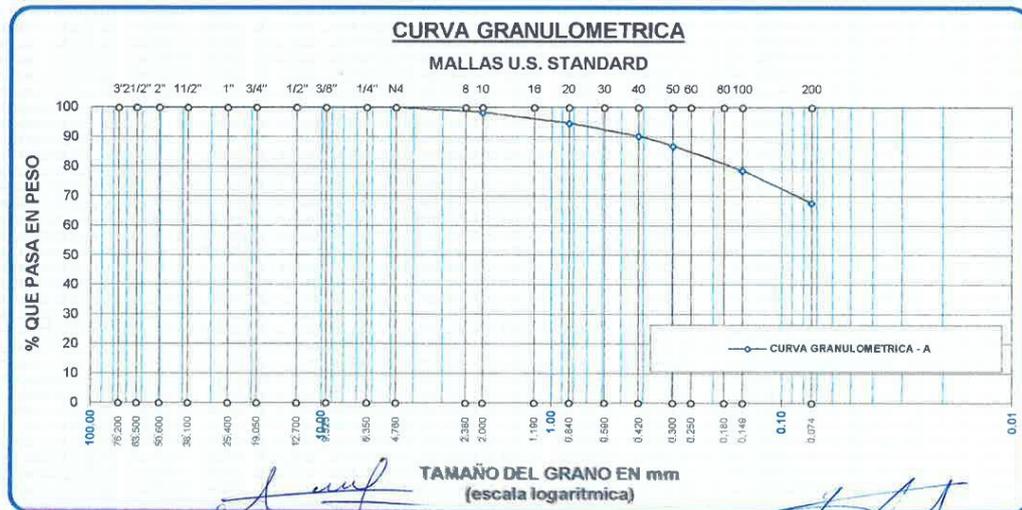
RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

**TESIS** : Adición de lana de ovino procesado para mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas, Distrito de palca, Puno, 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. Luz merayda Velasquez mamani -Bach. Erik isau olarte mamani  
**UBICACIÓN** : Distrito de palca, Puno  
**MUESTRA** : M-01  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : jueves, 14 de abril de 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Pasa En Peso	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.L.= 700.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 225.70	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 474.30	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 13.52	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			L.L.= 40.74
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00			L.P.= 25.12
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00			I.P.= 15.62
1/4"	6.350							
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>CARACT. GRANULOMETRICAS:</b>	
No8	2.380							D10= --- Cu= ---
No10	2.000	11.35	1.62	1.62	98.38			D30= --- Cc= ---
No16	1.190						D60= ---	
No20	0.840	25.64	3.66	5.28	94.72		<b>CLASIFICACION:</b>	
No30	0.590							
No40	0.420	30.70	4.39	9.67	90.33			
No 50	0.300	22.99	3.28	12.95	87.05			
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.149	57.49	8.21	21.17	78.83			
No200	0.074	77.53	11.08	32.24	67.76			
<b>BASE</b>		474.30	67.76	100.00	0.00			
<b>TOTAL</b>		700.00	100.00					
<b>% PERDIDA</b>		67.76						



Bach. Ing. Andres Luque Pum.  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNICO  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DE ADOBE MOLDEADOS (ASTM C39/C39M-20)

**TESIS** : "ADICION DE LANA DE OVINO PROCESADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN VIVIENDAS ALTOANDINAS, DISTRITO PALCA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Orlante Mamani, Isai Erick  
Bach. Velásquez Mamani, Luz Merayda

**FECHA** : sábado, 04 de junio de 2022

N°	Código	Fecha Moldeo	Estructura	Fecha de Rotura	Edad Dias	Presencia defectos (SI-NO)	Diámetro cm	Carga KN.	Carga kg.	Area cm2	Resistencia kg/cm2
<b>0.0% lana de ovino</b>											
7	M-1	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0%	04-jun-22	28	NO	10.00	11.15	1137.0	100.00	11.4
8	M-2	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0%	04-jun-22	28	NO	10.00	13.04	1329.7	100.00	13.3
9	M-3	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0%	04-jun-22	28	NO	10.00	10.20	1040.1	100.00	10.4
10	M-4	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0%	04-jun-22	28	NO	10.00	9.80	999.3	100.00	10.0
11	M-5	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0%	04-jun-22	28	NO	10.00	13.51	1377.6	100.00	13.8
12	M-6	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0%	04-jun-22	28	NO	10.00	10.37	1057.4	100.00	10.6
<b>0.25% lana de ovino</b>											
13	M-7	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.25%	04-jun-22	28	NO	10.00	13.02	1327.6	100.00	13.3
14	M-8	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.25%	04-jun-22	28	NO	10.00	10.87	1108.4	100.00	11.1
15	M-9	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.25%	04-jun-22	28	NO	10.00	12.89	1314.4	100.00	13.1
16	M-10	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.25%	04-jun-22	28	NO	10.00	10.68	1089.0	100.00	10.9
17	M-11	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.25%	04-jun-22	28	NO	10.00	11.00	1121.7	100.00	11.2
18	M-12	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.25%	04-jun-22	28	NO	10.00	13.39	1365.4	100.00	13.7
<b>0.50% lana de ovino</b>											
19	M-13	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.50%	04-jun-22	28	NO	10.00	12.84	1309.3	100.00	13.1
20	M-14	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.50%	04-jun-22	28	NO	10.00	14.93	1522.4	100.00	15.2
21	M-15	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.50%	04-jun-22	28	NO	10.00	12.00	1223.6	100.00	12.2
22	M-16	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.50%	04-jun-22	28	NO	10.00	14.21	1449.0	100.00	14.5
23	M-17	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.50%	04-jun-22	28	NO	10.00	12.18	1242.0	100.00	12.4
24	M-18	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 0.50%	04-jun-22	28	NO	10.00	11.78	1201.2	100.00	12.0
<b>1.0% lana de ovino</b>											
25	M-19	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 1%	04-jun-22	28	NO	10.00	16.21	1652.9	100.00	16.5
26	M-20	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 1%	04-jun-22	28	NO	10.00	17.98	1833.4	100.00	18.3
27	M-21	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 1%	04-jun-22	28	NO	10.00	14.54	1482.6	100.00	14.8
28	M-22	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 1%	04-jun-22	28	NO	10.00	15.93	1624.4	100.00	16.2
29	M-23	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 1%	04-jun-22	28	NO	10.00	14.36	1464.3	100.00	14.6
30	M-24	07-may-22	CUBO DE ADOBE 10 cm DE ARISTA CON 1%	04-jun-22	28	NO	10.00	14.92	1521.4	100.00	15.2

### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Muestras elaboradas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

  
Bach. Ing. Andres Lucque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECHNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

  
Ing. Wilder Cotquehuayca Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DE ADOBE MOLDEADOS (ASTM C39/C39M-20)

TESIS : "ADICION DE LANA DE OVINO PROCESADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN VIVIENDAS ALTOANDINAS, DISTRITO PALCA, PUNO 2022"  
 Bach. Orlante Mamani Isau Erick  
 SOLICITANTE : Bach. Velasquez Mamani Luz Merayda  
 FECHA : sábado, 4 de Junio de 2022

N°	Código	Fecha Moldeo	Estructura	Fecha de Rotura	Edad Días	Presenta defectos (SI-NO)	Altura cm	Carga KN	Carga kg.	Area cm2	Coefficiente	Resistencia kg/cm2
<b>0.0% lana de ovino</b>												
1	M-1	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	35.93	3765.8	432.00	0.4	3.5
2	M-2	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	35.80	3650.5	432.00	0.4	3.4
3	M-3	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	38.90	3966.6	432.00	0.4	3.7
4	M-4	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	35.20	3589.3	432.00	0.4	3.3
5	M-5	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	34.90	3565.5	432.00	0.4	3.3
6	M-6	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	39.11	3885.1	432.00	0.4	3.5
<b>0.25% lana de ovino</b>												
7	M-1	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.25% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	37.89	3853.6	432.00	0.4	3.6
8	M-2	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.25% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	40.04	4082.9	432.00	0.4	3.8
9	M-3	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.25% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	40.90	4176.6	432.00	0.4	3.9
10	M-4	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.25% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	36.20	3691.3	432.00	0.4	3.4
11	M-5	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.25% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	39.20	3897.2	432.00	0.4	3.7
12	M-6	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.25% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	35.10	3579.1	432.00	0.4	3.3
<b>0.50% lana de ovino</b>												
13	M-1	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.50% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	41.80	4262.3	432.00	0.4	3.9
14	M-2	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.50% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	43.84	4470.4	432.00	0.4	4.1
15	M-3	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.50% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	45.25	4717.1	432.00	0.4	4.4
16	M-4	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.50% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	44.75	4563.2	432.00	0.4	4.2
17	M-5	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.50% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	45.33	4928.2	432.00	0.4	4.6
18	M-6	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 0.50% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	41.00	4180.8	432.00	0.4	3.9
<b>1.0% lana de ovino</b>												
19	M-1	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 1.0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	40.89	4169.6	432.00	0.4	3.9
20	M-2	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 1.0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	35.00	49.37	5034.3	432.00	0.4	4.7
21	M-3	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 1.0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	33.50	40.59	4149.2	432.00	0.4	3.8
22	M-4	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 1.0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	33.50	44.80	4593.3	432.00	0.4	4.2
23	M-5	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 1.0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	33.50	40.72	4152.2	432.00	0.4	3.8
24	M-6	07-May-22	PILA DE ADOBE 35cm x 24cm x 18cm con 1.0% DE LANA DE OVINO	04-Jun-22	28	NO	33.50	46.30	4721.2	432.00	0.4	4.4

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES  
 - Muestras elaboradas por el solicitante

*[Firma]*  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*[Firma]*  
 Ing. Wálder Colquehuacá Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

**TESIS** "ADICION DE LANA DE OVINO PROCESADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN VIVIENDAS ALTOANDINAS, DISTRITO PALCA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** BACH. CLARTE MAMANI, ISAÚ ERICK  
BACH. VELASQUEZ MAMANI, LUZ MERAYDA

**UBICACIÓN** DISTRITO DE PALCA - PUNO

**MUESTRA** ADOBE CON 0% DE LANA DE OVINO

**FECHA** lunes, 06 de junio de 2022

ABSORCION	
B= $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1	
A=	15742
B=	19976

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS
1	ADOBE CON 0% DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	26.90

ABSORCION	
B= $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1	
A=	15689
B=	19815

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS
2	ADOBE CON 0% DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	26.30

ABSORCION	
B= $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1	
A=	15787
B=	20207

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS
3	ADOBE CON 0% DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	28.00

**OBSERVACIONES :**

\_LOS ADOBES FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE

*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI: 75320964

*Ing. Wilder Colquehuana Curo*  
Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. Nº 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

**TESIS** "ADICION DE LANA DE OVINO PROCESADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN VIVIENDAS ALTOANDINAS, DISTRITO PALCA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** BACH. OLARTE MAMANI, ISAU ERICK  
BACH. VELASQUEZ MAMANI, LUZ MERAYDA

**UBICACIÓN** DISTRITO DE PALCA - PUNO

**MUESTRA** ADOBE CON 0.25% DE LANA DE OVINO

**FECHA** lunes, 06 de junio de 2022

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1	
A=	14671
B=	18530

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
1	ADOBE CON 0.25% DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	26.30

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1	
A=	14601
B=	18587

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
2	ADOBE CON 0.25% DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	27.30

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1	
A=	14702
B=	18892

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
3	ADOBE CON 0.25% DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	28.50

OBSERVACIONES :  
\_LOS ADOBES FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE

  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

  
**Ing. Wilder Colquehuacá Curo**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

**TESIS** "ADICION DE LANA DE OVINO PROCESADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN VIVIENDAS ALTOANDINAS, DISTRITO PALCA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** BACH. OLARTE MAMANI, ISAU ERICK  
 BACH. VELASQUEZ MAMANI, LUZ MERAYDA  
**UBICACIÓN** DISTRITO DE PALCA - PUNO  
**MUESTRA** ADOBE CON 0.50% DE LANA DE OVINO  
**FECHA** lunes, 06 de junio de 2022

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1	
A=	15329
B=	19621

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
1	ADOBE CON 0.50% DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	28.00

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1	
A=	15396
B=	19740

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
2	ADOBE CON 0.50% DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	28.30

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1	
A=	15288
B=	19675

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
3	ADOBE CON 0.50% DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	28.70

OBSERVACIONES:  
 \_LOS ADOBES FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE

**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

**Ing. Wilder Colquehuano Curo**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

**TESIS** "ADICION DE LANA DE OVINO PROCESADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN VIVIENDAS ALTOANDINAS, DISTRITO PALCA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** BACH. OLARTE MAMANI, ISAU ERICK  
BACH. VELASQUEZ MAMANI, LUZ MERAYDA

**UBICACIÓN** DISTRITO DE PALCA - PUNO

**MUESTRA** ADOBE CON 1.00 % DE LANA DE OVINO

**FECHA** lunes, 06 de junio de 2022

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1
A= 14037
B= 18051

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
1	ADOBE CON 1.00 % DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	28.60

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1
A= 14056
B= 18104

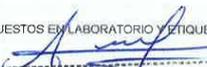
Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
2	ADOBE CON 1.00 % DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	28.80

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= PESO DE ADOBE SECO B= PESO DE ADOBE SATURADO

adobe 1
A= 14099
B= 18188

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
3	ADOBE CON 1.00 % DE LANA DE OVINO 40 X 10 X 20	06/06/2022	8000.00	29.00

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

  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320084

  
  
**Ing. Wilder Colquehuancu Curo**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209174

## Anexo 6. Certificados de calibración de equipos de laboratorio

<b>LABORATORIO DE METROLOGÍA</b>			<b>AG4</b>
			INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.
<b><u>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</u></b>			
<b>CF-006-2022</b>			
Pág. 1 de 3			
<b>Expediente:</b>	<b>S-0023-2022</b>		
<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	<b>MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS</b>		
<b>Rangos</b>	<b>101972.0</b>	<b>kgf</b>	
<b>Dirección de carga</b>	<b>Ascendente</b>		
<b>FABRICANTE</b>	<b>PYS EQUIPOS</b>		
<b>Modelo</b>	<b>STYE-2000</b>		
<b>Serie</b>	<b>190216</b>		
<b>Transductor (Modelo // Serie)</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Capacidad</b>	<b>2000 kN</b>		
<b>Ubicación</b>	<b>JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA</b>		
<b>Codigo Identificacion</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Norma utilizada</b>	<b>ASTM E4; ISO 7500-1</b>		
<b>Intervalo calibrado</b>	<b>Escala (s)</b>	<b>101 972 kgf</b>	
	<b>De 10 000 a 100 000 kgf</b>		
<b>Temperatura de prueba °C</b>	<b>Inicial</b>	<b>28,5</b>	<b>Final</b> 28,7
<b>Inspección general</b>	<b>La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento</b>		
<b>Solicitante</b>	<b>GRUPO GEOCALI &amp; CONS E.I.R.L.</b>		
<b>Dirección</b>	<b>JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 PUNO - SAN ROMAN JULIACA</b>		
<b>Ciudad</b>			
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>	<b>CELDA DE CARGA</b>		
	<b>Código</b>	<b>MF-02 // C-0208</b>	
	<b>Certif. de calibr.</b>	<b>INF-LE 050-20A PUCP</b>	
<b>Unidades de medida</b>	<b>Sistema Internacional de Unidades (SI)</b>		
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	<b>2022/02/03</b>		
<b>FECHA DE EMISION</b>	<b>2022/02/07</b>		
<b>FIRMAS AUTORIZADAS</b>			
	 <b>Jefe de Metrología</b> <b>Luigi Asenjo G.</b>		
			
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.			
 01 622 5224	 997 045 343 961 739 849 955 851 191	 <a href="mailto:ventasag4ingenieria@gmail.com">ventasag4ingenieria@gmail.com</a> <a href="mailto:ventas@ag4im.com">ventas@ag4im.com</a>	 <a href="http://www.ag4ingenieria.com">www.ag4ingenieria.com</a>



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-006-2022

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 1000.0 kN Resolución: 0.10 kN Dirección de la carga: Ascendente  
 101 972 kgf 10 kgf Factor de conversión: 0.0098 kN/kgf

Indicación de la máquina			Indicaciones del instrumento patrón				
(F <sub>i</sub> )			0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
%	kN	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	100.00	10 197	103.3	102.2	No aplica	102.0	No aplica
20	200.00	20 394	206.6	206.1	No aplica	205.9	No aplica
30	300.00	30 591	310.4	309.5	No aplica	309.4	No aplica
40	399.99	40 788	413.8	412.9	No aplica	412.8	No aplica
50	499.99	50 985	516.1	514.8	No aplica	515.0	No aplica
60	599.99	61 182	618.4	617.2	No aplica	617.5	No aplica
70	699.99	71 379	720.6	722.7	No aplica	719.9	No aplica
80	799.99	81 576	822.9	822.6	No aplica	822.2	No aplica
90	899.99	91 773	921.0	920.7	No aplica	920.4	No aplica
100	999.98	101 970	1019.2	1018.7	No aplica	1018.6	No aplica
Indicación después de carga			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 1000.00 kN Incertidumbre del patrón 0.086 %

Indicación de la máquina			Cálculo de errores relativos				Resolución
(F <sub>i</sub> )			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	a (%)
%	kN	kgf	q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	
10	100.00	10 197	-2.43	1.31	No aplica	No aplica	0.10
20	200.00	20 394	-3.01	0.31	No aplica	No aplica	0.05
30	300.00	30 591	-3.15	0.32	No aplica	No aplica	0.03
40	399.99	40 788	-3.19	0.23	No aplica	No aplica	0.02
50	499.99	50 985	-2.97	0.26	No aplica	No aplica	0.02
60	599.99	61 182	-2.87	0.20	No aplica	No aplica	0.02
70	699.99	71 379	-2.92	0.39	No aplica	No aplica	0.01
80	799.99	81 576	-2.74	0.08	No aplica	No aplica	0.01
90	899.99	91 773	-2.25	0.07	No aplica	No aplica	0.01
100	999.98	101 970	-1.85	0.06	No aplica	No aplica	0.01
Error de cero fo (%)			0.000	0.000	0.000	No aplica	Err máx.(0) = 000

FIRMAS AUTORIZADAS

*Luigi Asenjo G.*  
 Jefe de Metrología  
 Luigi Asenjo G.  
 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.  
 LABORATORIO DE METROLOGIA  
 FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
 961 739 849  
 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
 ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-006-2022**

Pág. 3 de 3

**CLASIFICACIÓN DE MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS**  
**Errores relativos máximos absolutos hallados**

ESCALA	101972.0	kgf			
Error de exactitud	-2.43 %		Error de cero	0	
Error de repetibilidad	1.31 %		Error por accesorios	0 %	
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0.05 En el 20 %	

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

**ESCALA 101 972 kgf Ascendente**

**TRAZABILIDAD**

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

**OBSERVACIONES .**

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

**FIRMAS AUTORIZADAS**

  
Jefe de Metrología  
Luigi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4lm.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CL-161-2022**

**Expediente** : S-0023-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : COPA CASA GRANDE  
**Marca:** : METROTEST  
**Modelo:** : MS-53  
**Serie:** : 132  
**Identificación:** : NO INDICA  
**Procedencia:** : PERU  
**Contador** : NO APLICA  
**División mínima:** : 1 V  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-03  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

La calibración se realizó por comparación directa usando un tacómetro y un Cronometro Patrón certificados, empleando el método de comparación entre las indicaciones de lectura del equipo Casagrande a calibrar versus las revoluciones por minuto medidas con el tacómetro patrón en un tiempo determinado.  
 Tomando Como referencia la Norma ASTM D 4318 y el Manual de Ensayos de Materiales (EM2000) Determinación de Limite Líquido de los Suelos MTC E 110 - 2000.

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Base endurecida Cumple con su referencia a rebote Seco

Los errores encontrados son menores a los Errores Máximos Permitidos (e.m.p) para su Clase de Exactitud  
 Los resultados indicados en el presente documentos son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.  
 AG4 INGENIERIA No se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.  
 El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.  
 El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

- (\*) Código inscrito en una etiqueta adherida al instrumento.



*[Firma]*  
 Luigg Asenjo G  
 Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
 961 739 849  
 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
 ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	25.1 °C	25.2 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

PATRONES DE REFERENCIA:

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Pie de rey	L-0458-2021

RESULTADOS

APARATO DE LIMITE LIQUIDO

	Descripción	Métrico	Dimensiones			
			Tolerancia	Inglés	Tolerancia	
			(mm)	(mm)	(in)	(in)
Conjunto de la cazuela	Radio de la copa	A	54.324	54 ±0.5	2.14	0.020
	Espesor de la copa	B	2.062	2 ±0.1	0.08	0.004
	Profundidad de la copa	C	27.43	27 ±0.5	1.08	0.020
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base	N	48.598	47 ±1	1.91	0.039
	Espesor	K	50.37	50 ±2	1.98	0.08
	Largo	L	150.87	150 ±2	5.94	0.08
	Ancho	M	125.362	125 ±2	4.94	0.08

RANURADOR

Espesor	a	9.58	0.1	0.38	0.004
Borde Cortante	b	3.224	0.1	0.13	0.004
Ancho	c	14.822	0.1	0.58	0.004



Luigi Aserjo G.  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022

Página 1 de 5

Expediente : S-0038-2022  
Solicitante : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
Dirección : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
Equipo de Medición : HORNO ELECTRICO  
Marca : KAIZACORP  
Modelo : STHJX-A1  
Procedencia : NO INDICA  
Código de Ident. : NO INDICA  
Número de Serie : 200621  
T° de trabajo : 110 °C ± 10 °C  
Ventilación : Forzada  
Lugar de Calibración : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
Fecha de Calibración : 2022-02-04  
Fecha de Emisión : 2022-02-07

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	300°C	1°C	Digital

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar y con un Termometro digital con 10 termopares utilizando el "PC-018 "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostatico". INDECOPi-Segunda Edición - junio 2009.

Observaciones

- (\*) Identificación grabada en una etiqueta adherida en el instrumento.
  - Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
  - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (\*) Código asignado por AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

  
Luggo Asenjo G.  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022

Página 2 de 5

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21.2	21.9
Humedad (%)	65	66

Resultados de la calibración:

CALIBRACIÓN PARA 110 °C ± 10 °C

TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	111.1	114.4	111.1	107.6	109.6	107.6	113.5	112.0	109.6	110.4	110.7	6.8
02	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	105.8	113.5	112.0	109.6	111.6	110.7	8.6
04	110	111.4	114.3	111.0	107.9	110.7	105.8	113.4	111.9	109.5	111.5	110.7	8.5
06	110	111.4	114.3	111.0	107.9	110.7	105.8	113.4	111.9	109.5	111.5	110.7	8.5
08	110	111.2	114.3	111.0	107.7	110.7	105.8	113.4	111.9	109.3	111.5	110.7	8.5
10	110	110.5	114.3	111.0	107.0	109.5	105.9	113.4	111.9	109.5	110.3	110.3	8.4
12	110	110.2	114.3	111.0	106.7	110.7	106.2	113.4	111.9	109.5	111.5	110.5	8.1
14	110	110.5	114.3	111.0	107.0	110.7	106.1	113.4	111.9	109.5	111.5	110.6	8.2
16	110	110.5	114.3	111.0	107.0	110.7	106.1	113.4	111.9	109.5	111.5	110.6	8.2
18	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	106.2	113.5	112.0	109.4	111.6	110.7	8.2
20	110	110.7	114.4	111.1	107.2	109.6	106.2	113.5	112.0	109.6	110.4	110.5	8.2
22	110	110.9	114.4	111.1	107.4	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.8	8.2
24	110	111.0	114.4	111.1	107.5	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.8	8.2
26	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.7	8.2
28	110	110.5	114.4	111.1	107.0	110.8	106.3	113.5	112.0	109.4	111.6	110.7	8.1
30	110	110.9	114.2	110.9	107.4	109.4	108.3	113.3	111.8	109.4	110.2	110.6	6.8
32	110	111.4	114.5	111.2	107.9	110.9	110.3	113.6	112.1	109.7	111.7	111.3	6.6
34	110	111.1	115.0	111.7	107.6	111.4	110.8	114.1	112.6	110.2	112.2	111.7	7.4
36	110	110.9	114.8	111.5	107.4	111.2	110.6	113.9	112.4	110.0	112.0	111.5	7.4
38	110	111.3	114.7	111.4	107.8	111.1	110.5	113.8	112.3	109.7	111.9	111.5	6.9
40	110	111.2	114.2	110.9	107.7	109.4	108.3	113.3	111.8	109.4	110.2	110.6	6.5
42	110	111.1	114.1	110.8	107.6	110.5	109.9	113.2	111.7	109.3	111.3	111.0	6.5
44	110	110.7	113.9	110.6	107.2	110.3	109.7	113.0	111.5	109.1	111.1	110.7	6.7
46	110	110.9	113.7	110.4	107.4	110.1	109.5	112.8	111.3	108.9	110.9	110.6	6.3
48	110	111.4	113.9	110.6	107.9	110.3	109.7	113.0	111.5	108.9	111.1	110.8	6.0
50	110	110.5	114.1	110.8	107.0	109.3	105.9	113.2	111.7	109.3	110.1	110.2	8.2
52	110	109.9	114.3	111.0	106.4	110.7	106.2	113.4	111.9	109.5	111.5	110.5	8.1
54	110	110.4	114.5	111.2	106.9	110.9	106.1	113.6	112.1	109.7	111.7	110.7	8.4
56	110	110.9	114.6	111.3	107.4	111.0	106.1	113.7	112.2	109.8	111.8	110.9	8.5
58	110	110.7	114.7	111.4	107.2	111.1	106.2	113.8	112.3	109.7	111.9	110.9	8.5
60	110	111.0	114.9	111.6	107.5	111.3	106.7	114.0	112.5	110.0	112.1	111.2	8.2
T.PROM	110	110.8	114.4	111.1	107.3	110.5	107.3	113.5	112.0	109.5	111.3	110.8	
T.MAX	110	111.4	115.0	111.7	107.9	111.4	110.8	114.1	112.6	110.2	112.2		
T.MIN	110	109.9	113.7	110.4	106.4	109.3	105.8	112.8	111.3	108.9	110.1		

*[Signature]*  
Luis Asenjo G  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CT-013-2022**

Página 3 de 5

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Termometro de indicación Digital con sensores	CTM-001-2021
Patrón de referencia	Termometro de indicación digital	T-1174-2021

PARÁMETRO	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	115.0	0.3
Mínima Temperatura Medida	105.6	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.0	0.3
Estabilidad	± 2.50	0.04
Uniformidad	8.6	0.3

T.PROM.: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom. : Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN. : Temperatura mínima

DTT. : Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo " DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termometro propio del medio isoterma: **0.6 °C**

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  máx. DTT.

  
Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

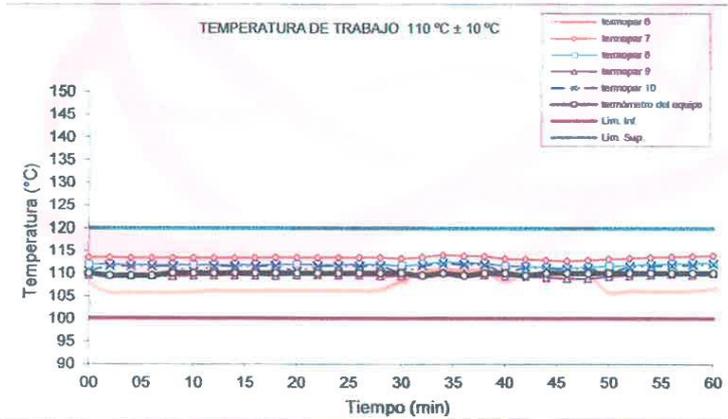
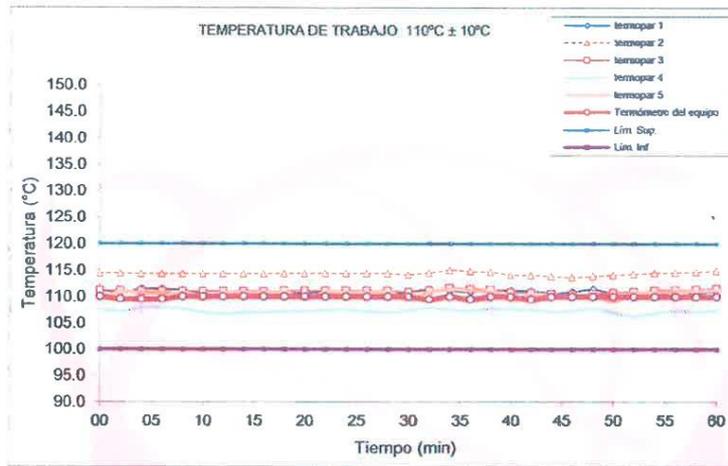
997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022



*[Signature]*  
Luis A. Serrano  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

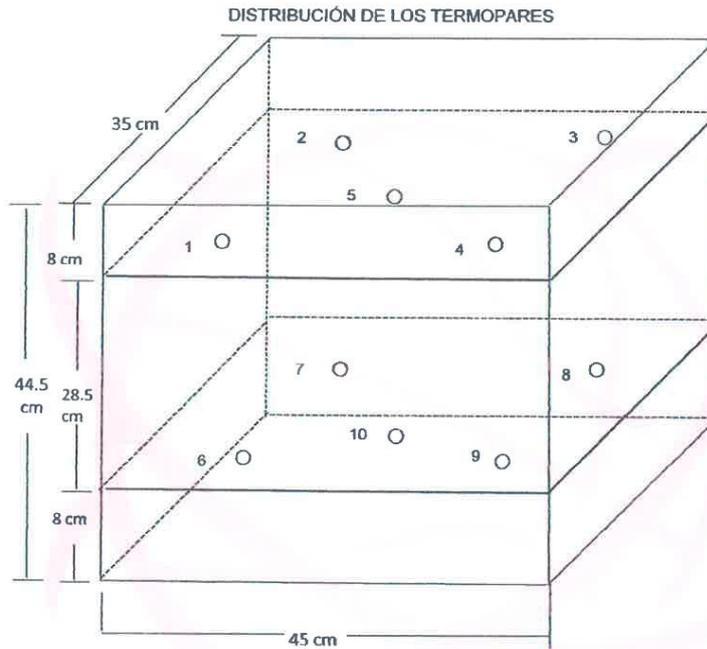
ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022

Página 5 de 5



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm y a 8 cm respectivamente de la parte superior e inferior del horno tal como se muestra en el dibujo.

  
 Lugo Asenjo  
 Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com

## Anexo 7. Panel fotográfico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Fotografía 1.** Tratamiento del Ichu



**Fotografía 2.** Fabricación del molde de adobe



**Fotografía 3.** Excavación de la calicata



**Fotografía 4.** Mezcla para la elaboración de adobes



**Fotografía 5.** Proceso de adición de la lana de ovino



**Fotografía 6.** Adobes elaborados



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Fotografía 7.** Prueba de la cinta



**Fotografía 8.** Prueba de dureza



**Fotografía 9.** Amasado de barro



**Fotografía 10.** Elaboración de las unidades de adobe



**Fotografía 11.** Dosificación de la lana



**Fotografía 12.** Proceso de mezclado para la elaboración de los adobes



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 13. Rotura de prismas



Fotografía 14. Elaboración de adobes



Fotografía 15. Módulos construidos



Fotografía 16. Construcción de adobes



Fotografía 17. Rotura de prismas de adobe



Fotografía 18. Medición de temperaturas

19L 348664 8306432  
Lampa  
Puno  
Altitud:3927.9m  
Velocidad:0.0km/h  
TESIS UCV-DISTRITO DE PALCA  
02:58p. m.

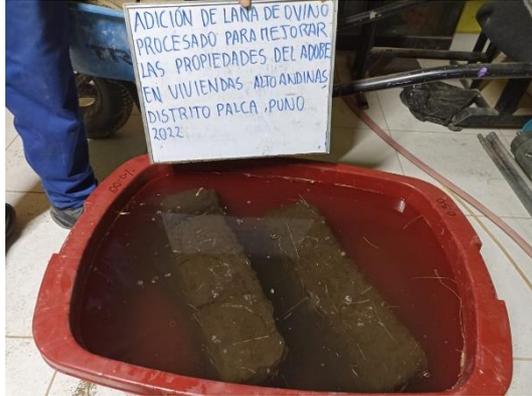
19L 348658 8306432  
Lampa  
Puno  
Altitud:3924.4m  
Velocidad:0.0km/h  
TESIS UCV-DISTRITO DE PALCA  
03:17p. m.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 19. Ensayo absorción



Fotografía 20. Ensayo de absorción



Fotografía 21. Construcción del módulo de adobe



Fotografía 22. Medición de temperaturas



Fotografía 23. Medición de temperaturas



Fotografía 24. Construcción de los módulos de adobe