



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Adobe con incorporación de corcho para mejorar las propiedades  
mecánicas y termoaislantes en viviendas de clima gélido, Puno  
2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Quiro Trujillo, Lina Mayomi (ORCID: 0000-0002-0093-2241)

**ASESOR:**

MSc. Clemente Condori Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A mis padres: Pablo Quiro y Ana Trujillo por brindarme su apoyo incondicional, sus consejos, motivación constante y estar pendiente en mi formación profesional; muchos de mis logros se los debo a ustedes, incluyendo este.

A mi amada hija Rosaly por ser mi motivo y mi inspiración para seguir cumpliendo sueños y esforzándome por ser una mejor persona.

A mi compañero de vida quien está a mi lado en lo bueno y lo malo, por ser mi apoyo e impulsarme para seguir adelante y a mis hermanas Luz y Alida por brindarme su apoyo moral.

*Lina Mayomi*

## **Agradecimiento**

A Dios por siempre guiarme, por darme fuerzas en cada momento para salir adelante.

A mi familia por darte esa motivación para seguir adelante y lograr culminar este trabajo.

A la Universidad Cesar Vallejo por permitirme realizar este trabajo de investigación.

Al asesor de tesis M.Sc. Clemente Condori Luis Jimmy, por orientarme, brindarme su apoyo, tiempo y experiencia durante el proceso de realización de esta investigación.

*Lina Mayomi*

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Declaratoria de autenticidad .....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	viii
Índice de abreviaturas .....	x
Resumen .....	xi
Abstract .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Formulación del problema.....	3
1.2 Justificación.....	5
1.3 Objetivos .....	6
1.4 Hipótesis .....	6
1.5 Delimitaciones.....	7
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 Antecedentes .....	8
2.2 Bases teóricas.....	12
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>21</b>
3.1 Tipo y diseño de la investigación .....	21
3.2 Variables y operacionalización:.....	22
3.3 Población, muestra y muestreo.....	22
3.4 Técnicas e instrumentos, validez y confiabilidad.....	24
3.5 Procedimientos .....	26
3.6 Método de análisis de datos.....	32
3.7 Aspectos éticos .....	32
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>67</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>

## Índice de tablas

Tabla 1.	Viviendas según material predominante.....	2
Tabla 2.	Materiales aislantes.....	17
Tabla 3.	Aplicación del corcho en la construcción.....	18
Tabla 4.	Juego de tamices.....	19
Tabla 5.	Muestra para la prueba de resistencia a compresión.....	23
Tabla 6.	Muestra para la prueba de permeabilidad.....	23
Tabla 7.	Normativa aplicada para el análisis.....	24
Tabla 8.	Factor de correlación.....	25
Tabla 9.	Cálculo del coeficiente de confiabilidad.....	25
Tabla 10.	Resultado de la prueba cinta de barro.....	38
Tabla 11.	Contenido de humedad.....	39
Tabla 12.	Análisis granulométrico.....	39
Tabla 13.	Resultado del ensayo de límites de consistencia.....	40
Tabla 14.	Clasificación del suelo.....	41
Tabla 15.	Resistencia a compresión-Muestra patrón.....	41
Tabla 16.	Resistencia a compresión-Adición de 0.5% de corcho.....	42
Tabla 17.	Resistencia a compresión-Adición del 1.0% de corcho.....	42
Tabla 18.	Datos obtenidos del día 31 de marzo.....	44
Tabla 19.	Datos obtenidos del 01 de abril.....	46
Tabla 20.	Datos obtenidos del día 02 de abril.....	48
Tabla 21.	Datos obtenidos del día 03 de abril.....	50
Tabla 22.	Datos obtenidos del día 14 de abril.....	52
Tabla 23.	Datos obtenidos del día 15 de abril.....	54
Tabla 24.	Temperatura media mínima interior y exterior.....	56
Tabla 25.	Ensayo de permeabilidad AT.....	57
Tabla 26.	Ensayo de permeabilidad A+0.5%corcho.....	57
Tabla 27.	Ensayo de permeabilidad A+1.0%corcho.....	58
Tabla 28.	Datos estadísticos.....	61
Tabla 29.	Cálculos estadísticos básicos en Excel.....	61
Tabla 30.	Datos estadísticos.....	63

Tabla 31.	Cálculos estadísticos básicos en Excel .....	63
Tabla 32.	Datos estadísticos .....	65
Tabla 33.	Calculados estadísticos en Excel .....	65
Tabla 34.	Operacionalización de variables .....	75
Tabla 35.	Matriz de consistencia .....	76

\_Toc103170931

## Índice de figuras

Figura 1.	Traslape adecuado en muros .....	3
Figura 2.	Cimentación de una vivienda para muros de adobe.....	3
Figura 3.	Vivienda en zona rural, Puyutira.....	4
Figura 4.	Elaboración del adobe .....	13
Figura 5.	Elaboración de cinta de barro.....	14
Figura 6.	Obtención de las cuatro muestras .....	15
Figura 7.	Prueba de agrietamiento de la muestra.....	15
Figura 8.	Mecanismo de regeneración el corcho .....	16
Figura 9.	Decálogo de características del corcho .....	17
Figura 10.	Resistencia a la compresión del adobe .....	20
Figura 11.	Excavación de tierra .....	26
Figura 12.	Prueba cinta de barro .....	27
Figura 13.	Prueba de campo-Presencia de arcilla .....	27
Figura 14.	Ensayo contenido de humedad .....	28
Figura 15.	Ensayo de análisis granulométrico. ....	28
Figura 16.	Límites de consistencia .....	29
Figura 17.	límites de consistencia – limite liquido .....	29
Figura 18.	Límites de consistencia – limite plástico .....	30
Figura 19.	Elaboración del adobe .....	30
Figura 20.	Resistencia a compresión.....	31
Figura 21.	Ensayo de permeabilidad .....	31
Figura 22.	Construcción de las viviendas .....	32
Figura 23.	Molde para adobe.....	34
Figura 24.	Diseño de vivienda .....	35
Figura 25.	Prueba presencia de arcilla .....	38
Figura 26.	Curva granulométrica de la muestra.....	40
Figura 27.	Carta de plasticidad SUCS .....	41
Figura 28.	Minitab-Calculo de t y valor p de adobe+0.5%corcho.....	61
Figura 29.	Minitab-Calculo de t y valor p de adobe+1.0%corcho.....	61
Figura 30.	Minitab-Calculo de t y p-valor del adobe+0.5%corcho.....	63
Figura 31.	Minitab-Calculo de t y p-valor del adobe+1.0%corcho.....	64

Figura 32. Minitab-Calculo de t y p-valor del adobe+0.5%corcho.....	66
Figura 33. Minitab-Calculo de t y p-valor del adobe+1.0%corcho.....	66

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como origen la problemática en zonas rurales con clima gélido en donde las viviendas son construidas a base de adobe sin ningún tipo de aglomerante que ayude a mitigar los cambios de temperatura que se origina durante el año a causa de las lluvias, granizos y principalmente por heladas; los cuales son causales para que los niños menores de 6 años y adultos mayores sufran de enfermedades respiratorias agudas.

El objetivo de la siguiente investigación es mejorar las propiedades mecánicas y termoaislantes del adobe por medio de la incorporación del corcho en viviendas de clima gélido; pretendiendo con este trabajo dar una solución viable a los cambios de temperatura que se presenta durante el año con una delimitación en el centro poblado de Puyutira, distrito de Tirapata.

El método de la investigación que se manejó en el presente trabajo es el hipotético deductivo, con un diseño experimental, por medio de la selección y análisis de los datos recolectados el cual lo direcciona a un enfoque cuantitativo y el tipo es aplicada ya que busca comprender, proceder, construir e innovar la realidad del problema.

Donde se obtuvo como resultados en el ensayo de resistencia compresión de la albañilería tradicional fue  $35.10\text{kg/cm}^2$ , con la adición de  $0.5\text{kg}$  de corcho granulado la resistencia fue  $28.01\text{kg/cm}^2$ , y con la adición de  $1.0\text{kg}$  de corcho granulado fue  $25.50\text{ kg/cm}^2$ .

En el ensayo de permeabilidad se obtuvo un tiempo de  $52009\text{seg}$  en la saturación del adobe tradicional,  $52046\text{seg}$  en el adobe con incorporación de  $0.5\%$  y  $52107\text{seg}$  en el adobe con incorporación de  $1.0\%$ .

Llegando a la siguiente conclusión de que la incorporación del corcho granulado disminuye la resistencia a compresión, y que en la propiedad termoaislante la temperatura se mantiene a comparación de la vivienda tradicional que tiene una caída. Y que esta adición disminuye la permeabilidad del adobe.

**Palabras clave:** corcho, propiedad mecánica, propiedad termoaislante

## Abstract

The present research work has as its origin the problem in rural areas with a cold climate where houses are built based on adobe without any type of binder that helps mitigate the temperature changes that originate during the year due to the rains, hail and mainly frost; which are causal for children under 6 years of age and older adults to suffer from acute respiratory diseases.

The objective of the following investigation is to improve the mechanical and heat-insulating properties of adobe through the incorporation of cork in homes with a cold climate; intending with this work to provide a viable solution to temperature changes with a delimitation in the town of Puyutira, Tirapata district.

The method of the investigation that was handled in the present work is the hypothetical deductive, to be able to study the dependent variables raised is of experimental design, through the selection and analysis of the collected data which directs it to a quantitative approach and the type is applied since it seeks to understand, proceed, build and innovate the reality of the problem.

Where it was obtained as results in the compressive strength test of traditional masonry it was 35.10kg/cm<sup>2</sup>, with the improvement of 0.5kg of granulated cork the resistance was 28.01kg/cm<sup>2</sup>, and with the improvement of 1.0kg of granulated cork was 25.50 kg/cm<sup>2</sup>.

In the permeability test, a time of 52009 seconds was obtained in the saturation of the traditional adobe, 52046 seconds in the adobe with 0.5% incorporation and 52107 seconds in the adobe with 1.0% incorporation.

Reaching the following conclusion that the incorporation of granulated cork decreases the compressive strength, and that in the thermal insulation property the temperature is maintained compared to the traditional house that has a fall. And that it is improving the permeability of the adobe.

**Keywords:** cork, mechanical property, heat-insulating property

## I. INTRODUCCIÓN

En la última década a causa de la contaminación atmosférica el clima va sufriendo cambios constantes, en lugares altoandinas la variación de temperatura es extremo; a razón de esta variabilidad el índice de mortalidad de niños y adultos mayores aumenta en los meses de invierno. La mayor parte de la población en estas zonas aplica la ejecución de sus viviendas a base de adobe (bloque macizo de tierra sin cocer) por ser un material fácil de encontrar y tener un bajo costo de construcción.

Gracias a las investigaciones y primeras pruebas que se realizaron en 1942 fue que empleo el corcho no solo como tapones de botella, sino que paso a ser parte de la vida cotidiana al ser empleado en productos relacionados en la construcción y la arquitectura. Una de los antecedentes más antiguos indica que el corcho fue utilizado en tejados, en otras que fue utilizado en la mezcla de tierra como aislante en la unión de muros de piedra; en Portugal se observaron construcciones con tierra incorporado con virutas de corcho con el cual se proporcionó al muro mayor ligereza y aislante térmico, García y Pesoa (2021, pág. 34-36).

En tal sentido, se hace indispensable contar con los materiales adecuados para la elaboración de viviendas en las zonas rurales, sin embargo, se puede observar que los elementos que se emplean en la construcción y unidades de albañilería no tienen ese valor de las propiedades térmicas, Chino de la Cruz (2018, pág. 5).

Según INEI (2019), el material predominante para construcción en zonas rurales en el Perú en la última información actualizada del año 2019 el 71.80% de viviendas son construidas con adobe como se puede observar en la tabla 1.

La edificación de estas viviendas de adobe es a base de tierra y paja con material propio de la zona, disminuyendo el periodo de mano de obra y costo; la técnica de ejecución no ha tenido un cambio para mejorar la calidad, el operario por lo referente busca una calidad del material adecuada para evitar fisuras excesivo de

esta unidad. En el momento de ejecución se realizan muros de hasta 1.30m de altura durante el día a fin de evitar asentamientos en las juntas, Salinas (2017, pág. 13).

**Tabla 1. Viviendas según material predominante.**

CONSTRUCCION DE VIVIENDAS PARTICULARES											
VIVIENDAS SEGÚN MATERIAL DOMINANTE EN LA CONSTRUCCION DE MUROS EN FACHADA Y ÁREA DE RESIDENCIA, 2009 - 2019											
(Porcentaje del total)											
Material dominante en muro de fachada / Área de residencia	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Rural	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ladrillo o bloque de cemento	5.6	5.9	6.3	6.2	6.9	7.3	7.3	7.3	8.3	8.6	9.2
Piedra o sillar con cal o cemento	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2
Adobe o tapia	73.7	73.4	72.3	72.9	72.3	72.1	72.5	72.5	72.1	72.6	71.8
Quincha (caña con barro)	1.8	2.2	2.0	1.7	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2	1.4	1.3
Piedra con barro	3.0	3.1	3.4	3.7	3.2	3.3	2.9	3.0	3.1	2.6	3.0
Madera 1/	9.4	9.9	10.5	10.7	11.4	11.3	11.5	11.7	11.2	11.7	12.0
Esteras 2/	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7	0.9
Otro material 3/	5.7	4.9	4.9	4.2	3.6	3.7	3.6	3.6	3.4	2.0	1.6

Fuente: (INEI, 2019)

Según el RNE (2020, pág. 18), el sobrecimiento es el que protege la construcción del desgaste natural del ambiente y de la humedad del suelo, recomendando una elevación sobre el nivel de terreno de 0.30m mínimo y 0.40m de ancho; los cuales pueden ser de piedra con mortero o concreto ciclópeo como se puede observar en la figura 2 y la construcción del muro es realizada en hiladas sucesivas considerando traslapes como se observa en la figura 1.

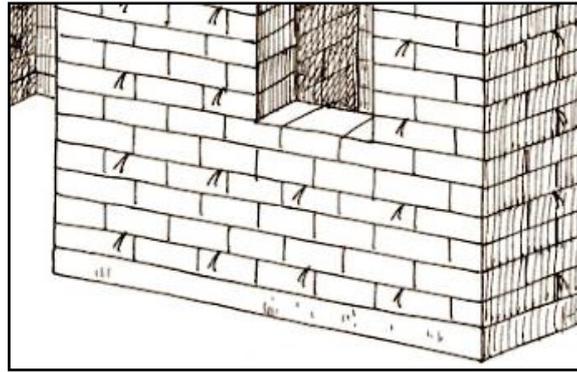


Figura 1. Traslape adecuado en muros  
Fuente: (Blondet, 2019)

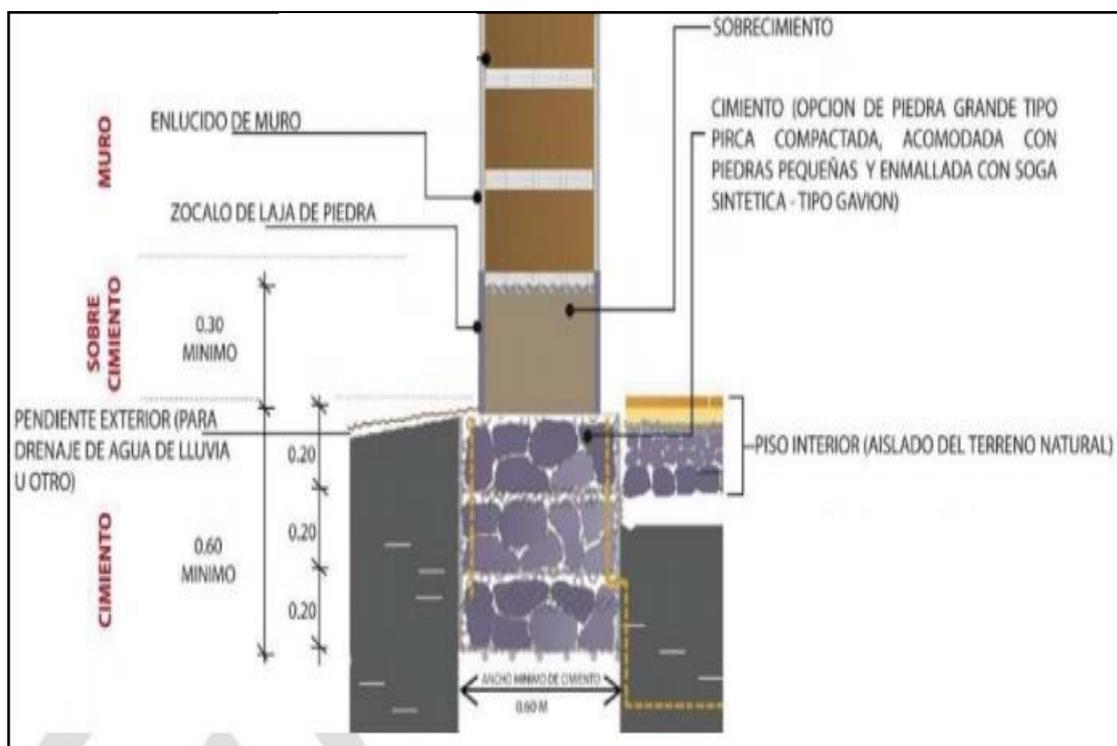


Figura 2. Cimentación de una vivienda para muros de adobe  
Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

## 1.1 Formulación del problema

En Perú, y como otros países, va aumentando las investigaciones en donde buscan plantear nuevos sistemas de construcción que garanticen la permanencia y resistencia a los factores climáticos que están expuestas.

Los investigadores de otros países en los estudios que realizaron para la

durabilidad adicionaron diferentes sustancias inorgánicas como cemento, cal, yeso, asfalto; obteniendo excelentes resultados para áreas con probabilidad a desbordamientos y mejores propiedades resistentes ante la saturación de estas viviendas. Adicionalmente existen numerosas investigaciones que buscan mejorar la durabilidad del adobe con polímeros naturales, Benites (2017, pág. 3).

En la región de Puno, distrito de Tirapata-Puyutira que se encuentra a 3880 msnm año tras año en la temporada donde hace más frío la población es afectada por la helada donde según el Senamhi (2021) la temperatura nocturna oscila debajo de los 0°C y algunas veces supera los -9°C, de setiembre a abril viene la temporada de lluvias en donde la variación de temperatura es de 12°C a 3°C; este cambio climático afecta la salud de niños de hasta 6 años y adultos hasta de 60 años, con infecciones respiratorias agudas, neumonías y otras enfermedades a causa de las viviendas con construcción de adobe como se muestra en la figura 3.



*Figura 3.* Vivienda en zona rural, Puyutira  
Fuente: elaboración propia

Ante esta realidad problemática se formuló lo siguiente:

### **Problema general**

¿Cómo la incorporación de corcho mejoraría las propiedades mecánicas y termoaislantes del adobe en viviendas de clima gélido?

## **Problemas específicos**

PE1: ¿Cuál es la proporción adecuada de corcho que elevaría la resistencia a compresión del adobe en viviendas de clima gélido?

PE2: ¿Cuál es la cantidad optima de corcho que modificaría la propiedad de aislamiento térmico del adobe en viviendas de clima gélido?

PE3: ¿Cuál es la dosificación apropiada de corcho que disminuiría la propiedad de permeabilidad del adobe en viviendas de clima gélido?

## **1.2 Justificación**

### **Justificación Teórica**

La siguiente investigación tuvo como propósito proporcionar al conocimiento científico sobre la incorporación de corcho en el procedimiento de elaboración del adobe y como mejora la propiedad mecánica y termoaislante, para proponer una solución técnica en la construcción de viviendas, ya que en Perú aún carece las investigaciones que se basan en el análisis de estas propiedades.

### **Justificación Metodológica**

En esta investigación se emplearon técnicas para la recopilación de información como distintos ensayos de laboratorio y obtención de datos insitu; para su debido procesamiento. Con ello se pretende conocer cuál sería la proporción para obtener una resistencia y aislante térmico adecuado del adobe.

### **Justificación Social**

El presente proyecto de investigación tuvo un impacto positivo en la sociedad rural, ya que con esto se busca mejorar la unidad de albañilería para la ejecución de viviendas con una mejor resistencia y un confort térmico adecuado para la población y así poder brindarles una calidad de vida apropiada.

### **Justificación Económica**

El presente trabajo de investigación plantea la utilización de materiales del mismo lugar y el corcho al ser un producto de costo mínimo y reciclable en la elaboración

del adobe; no afecta en la economía de la población.

### **Justificación Ambiental**

Este proyecto de investigación tuvo un mínimo impacto ambiental porque al reutilizar el corcho se disminuyó la contaminación con este producto; y al obtener tierra y arcilla natural insitu de excavaciones que realizan las personas para la ejecución de sus hogares.

## **1.3 Objetivos**

### **Objetivo principal**

Mejorar las propiedades mecánicas y termoaislantes del adobe por medio de la incorporación del corcho en viviendas de clima gélido.

### **Objetivos Secundarios**

OS1: Elevar la resistencia a compresión del adobe para viviendas de clima gélido a través de una proporción adecuada de corcho.

OS2: Modificar la propiedad de aislamiento térmico del adobe en viviendas de clima gélido por medio de cantidad optima de corcho.

OS3: Disminuir la propiedad de permeabilidad del adobe en viviendas de clima gélido mediante una dosificación apropiada de corcho.

## **1.4 Hipótesis**

### **Hipotesis principal**

La Incorporación del corcho mejora las propiedades mecánicas y termoaislantes del adobe en viviendas de clima gélido.

### **Hipótesis secundarias**

HS1: Una proporción adecuada de corcho eleva la resistencia a compresión del adobe de viviendas de clima gélido.

HS2: Una cantidad optima de corcho modifica el aislante térmico del adobe en viviendas de clima gélido

HS3: Una dosificación apropiada de corcho disminuye la propiedad de permeabilidad del adobe en viviendas de clima gélido.

## **1.5 Delimitaciones**

### **Delimitación Temporal**

El periodo necesario para realizar esta investigación estuvo comprendido entre el mes de febrero hasta el mes de mayo de 2022 por tratarse de una investigación que involucro la obtención de muestras, ensayos de laboratorio para después analizar e interpretar los resultados obtenidos.

### **Delimitación Espacial**

La investigación se realizó en la parcialidad de Puyutira, distrito Tirapata; en el conjunto de viviendas autoconstruidas con procedimientos informales donde no se consideraron criterios técnicos para reducir el frio intenso de la zona.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes**

#### **Internacionales**

Cortes y Roa (2019), en el presente trabajo de investigación con título “Sistema de cubiertas verdes a base de corcho” tiene como objetivo dar una solución ecológica y eficaz al techo verde con la implementación de una lámina de corcho para obtener una permeabilidad eficiente y así incrementar una vida útil más prolongada de las cubiertas. De tipo experimental; obteniendo como resultado que la implementación de la lámina de corcho no solo ayuda minimizando costos en la instalación, también reduce los gastos para el mantenimiento de la misma ya que la lámina de corcho es mucho más maleable que la membrana líquida, el cual tiende a secarse contraerse, generando fisuras; tiene una aplicación en la construcción ya que la lámina de corcho es un excelente aislante acústico y un alto nivel de confort. Además, genera una mayor vida útil hacia la vegetación porque permite una adecuada oxigenación de las plantas, también genera una cubierta verde ecológica por ser un material que se puede reutilizar.

Perez (2017), formuló como objetivo evaluar las propiedades termo-acústicas, mecánicas, ignífugas y el precio de la elaboración de un modelo de panel de aislamiento en base a espuma de poliuretano, corcho y yeso-cartón para ser instalado en el envolvente interior de una vivienda. De tipo experimental; donde obtuvieron los siguientes resultados que aporta una solución a la eficiencia energética. Con respecto a la aislación térmica el panel propuesto obtuvo una diferencial promedio de 9,9 ° C a comparación de un panel industrializado con un aislamiento de 10,4 °C por lo tanto el panel modelo es una opción económica; con respecto al aislamiento térmico el panel planteado obtuvo las frecuencias de 65 y 70 decibeles con respecto a los paneles industriales que tienen una frecuencia de 100 a 200 decibeles por lo tanto el prototipo es una opción aceptable como aislante acústico. Con respecto a la propiedad mecánica se obtuvo buenos resultados, ya que los materiales utilizados son muy ligeros, el corcho al ser elástico y la espuma de poliuretano rígido y liviano dio al panel gran resistencia tanto a los esfuerzos de flexión como a la compresión hasta los 900 kg sin obtener ninguna falla o grieta y

por la gran elasticidad del corcho el prototipo tuvo una resistencia mayor a lo anticipado antes de efectuar los ensayos.

(Yahyane 2019), En su aporte científico trazó como objetivo general, proporcionar un manual de construcción con materiales biodegradables como una herramienta para una adecuada elección de componentes y sistemas constructivos sustentables y saludables al momento de realizar una construcción. De tipo explicativo; teniendo como conclusión que los principios que rigen la bioconstrucción son numerosos. Estos deben tenerse en cuenta a la hora de edificar ya que a veces resulta un poco tedioso llevarlos a cabo en una misma edificación. Tras realizar el análisis minucioso de diferentes edificaciones se observaron un gran interés por los materiales como la madera, arcilla cocida, pétreos, cal, yeso, etc.; soluciones constructivas como los sistemas de madera, muros de carga, cubiertas ajardinadas; e instalaciones como sistemas de suelo radiante para calefacción, ventilación mecánica con recuperador de calor, cables libres de halógenos, etc.

(Holguino et al. 2018), donde el objetivo es determinar el confort térmico en el interior de una habitación elaborada con adobe y aglomerantes que se puede encontrar en grandes proporciones en las zonas rurales del Perú, como roca volcánica andesita que un excelente material que almacena calor. Es de diseño experimental; concluyendo que el diseño y aplicación de materiales en la edificación de paredes, puerta y ventana, dieron los valores de 0,061 0,030 y 0,027 W/mK en conductividad térmica similares, que acerca más a la conductividad térmica de un aislante térmico natural como el aire cuyo valor es 0,026 W/mK. el sistema acumulador de la habitación de prueba almacena energía térmica equivalente a 8,305 MJ, el sobrante de energía térmica permite que la temperatura al interior de la habitación de prueba en invierno tenga valores medio mayores en 63,83 y 68,83 % a las temperaturas medias de la habitación de comparación y el medio ambiente circundante respectivamente.

(Sotomayor 2018), planteando como objetivo general el diseño y proceso de elaboración de una vivienda de adobe. De tipo experimental; obteniendo como

resultados: para una vivienda unifamiliar de 70 m<sup>2</sup> edificada con mampostería de tierra sin coser en donde habitan 4 personas, cumple con el propósito de la construcción de una vivienda eficaz utilizando materiales extraídos insitu. Al considerar en la elaboración la utilización de pilares y vigas construidas en una misma medida benefician y facilitan la construcción. Por lo tanto, es viable técnicamente la construcción de la vivienda, y de contribuir con los residentes rurales en la construcción de viviendas que no tengan un gran impacto ambiental en el entorno, cubriendo las necesidades de los residentes y cuidando el medio ambiente.

García (2017) con su investigación planteó como objetivo implementar un componente natural con la finalidad de conseguir una permeabilidad mínima en el adobe, con un diseño experimental; donde obtuvo como resultado que al adicionar resina de pino y excremento de burro existen variaciones de resistencias a compresión y la permeabilidad del adobe. Concluyendo que la adición de 20% y 25% de resina la permeabilidad disminuye a comparación del adobe sin resina.

### **Nacionales**

(Ttito y Ttito 2021) su objetivo principal es equiparar el comportamiento físico mecánico del adobe al añadir de tallo de cebada y cascara de habas respecto a la Norma E.080, con diseño experimental; que con los diferentes datos obtenidos y pruebas de laboratorio realizados, los resultados fueron de que el adobe con la adición de tallo de cebada y cascara de habas en un 0.5% y un 0.5% de tallo de cebada más el 1% de cascara de habas obtuvieron un comportamiento físico y mecánico mejorado, afirmando con esto que en los ensayos de compresión, a flexión, compresión axial y compresión diagonal cumplen con los parámetros mínimos del RNE.

Oshiro y Tello (2020), tiene como objetivo realizar un ejemplar de mezcla del concreto con incorporación de partículas microscópicas de plástico y corcho para elevar la resistencia a la compresión con una incorporación de plástico al 0%,4%,8%,15% y corcho al 0%,6%,10%,15%, la investigación es de diseño experimental; alcanzando como resultado que la resistencia a la compresión en 28

días, en modelo de adición de 4% de PET y 6% de corcho fueron de 40689 Kg/cm<sup>2</sup>, para las muestras de 8% PET y 10% de corcho fueron de 28140Kg/cm<sup>2</sup> y 15% de PET con 15% de corcho fueron 21209 Kg/cm<sup>2</sup> cada una, así podemos decir que la muestra con un 10% de partículas microscópicas de PET y corcho es el adecuado y cercano a la muestra de concreto control (100% cemento) en 40689 Kgf/cm<sup>2</sup>: por lo que concluimos que para 1m<sup>3</sup> de concreto se necesita 366.0 Kg. de cemento, 14.6 kg de partículas microscópicas de PET, 22.0 kg de partículas de corcho, 1000.2 Kg. de AG, 675.9 Kg. de AF y 205.0 lt. de agua.

(Alejandro y Gonzales 2021), tiene como objetivo elaborar un panel de corcho para envolver los muros interiores de una vivienda, es de diseño experimental; llegando a los siguientes resultados de que con diferentes grosores de paneles del corcho de 1/8" y 3/16" se obtuvo un cambio en las conductividades térmicas; en el panel de 1/8" la conductividad térmica fue 0.05149 W/mK, el panel de 3/16" la conductividad térmica fue 0.04951 W/mK. Al analizar la conductividad térmica de la primera vivienda con cubierta de corcho, observaron que se mejoró el aislamiento térmico, teniendo como resultado de factor total de transmisión térmica 26.92 %; resistencia térmica 36.83% y la conductividad 10.43%.

(Zavaleta 2019), el objetivo de esta investigación es elevar la resistencia a la compresión y la reducción de conductividad termica del mortero con la adición de 15%, 25% de corcho de tamaño uniforme para tener una compatibilidad, trabajabilidad y adherencia. De diseño experimental. El cual obtuvo como resultado que las partículas de corcho granulados uniformemente obtuvieron una buena compatibilidad, trabajabilidad, adherencia y baja conductividad del mortero. La incorporación del corcho en un 15% disminuyó la compresión al 26.16% y con un porcentaje de incorporación de corcho al 25% nos da una disminución al 46.20%; los resultados de la prueba de conductividad térmica a 28 días son los siguientes: 1.22 W/mK de la muestra patrón, 0.79 W/mK de la muestra experimental de 15% y 0.67 W/mK de la muestra experimental al 25%. Debido a que el corcho es un material filtrable de muy poca conductividad térmica, al reemplazar un 15% respecto a la muestra patrón nos da una reducción en su conductividad térmica de un 34.92% y en el reemplazo de un 25% nos da una reducción de conductividad

térmica de 45.33%.

(Chavez 2018), tiene como objetivo definir las propiedades físico y mecánicas del adobe compactado, para un modelo y los tres porcentajes de incorporación de fibras de coco al 0.25%, 0.50% y 0.75%. con diseño experimental; obteniendo resultados en el ensayo a la resistencia de compresión va elevándose conforme se realiza la adición de fibra de coco, por lo tanto en unidades de albañilería compactados, aumentando en un 24.40% a comparación de la muestra modelo, en el ensayo de resistencia a flexión se eleva hasta un 13.68% a comparación de la muestra modelo; mejorando cada vez que se incorpora la fibra de coco y la absorción en la muestra modelo y adobes compactados con los tres porcentajes de adición con fibra de coco no resistieron a la prueba.

(Herrera 2018), “Modelamiento numérico del comportamiento sísmico de viviendas de mampostería con bloques de tierra comprimida”, tiene como objetivo el análisis de comportamiento sísmico de una edificación con albañilería de tierra comprimida; con un diseño de investigación experimental en el cual se concluyó que en el método de elementos finitos es factible la aplicación de dos perspectivas de modelamiento: micro modelamiento y macro modelamiento. El primer modelamiento, se puede observar que se pueden interpretar fallas locales entre los elementos de la mampostería, como tracción en bloques o deslizamiento entre bloques. En el segundo caso, se pueden observar fallas en todas las unidades de albañilería, ya que no puede distinguirse entre bloques y juntas. El método de macro modelamiento es apropiado para interpretar el comportamiento de estructuras de gran tamaño, ya que involucra modelos simplificados; y donde el objetivo es el funcionamiento de toda la estructura.

## **2.2 Bases teóricas**

**El adobe:** Detalla el adobe como un bloque de ladrillo de tierra sin cocer como se muestra en la figura 4, el cual contiene paja u otro tipo de aglomerante que aumenta firmeza ante agentes ambientales (Ministerio de Vivienda 2010, pag 6).

“Masa de barro, frecuentemente mezclada con paja cortada o estiércol y secada al aire, que se emplea en la construcción de paredes o muros, en forma de ladrillos de un tamaño mucho mayor que el de uno normal” (Grendrop 2001, pág. 11).



*Figura 4.* Elaboración del adobe  
Fuente: (Chacharrua, 2012)

Según el RNE E 080 (2020), la proporción de tierra debe ser: Arcilla 10 – 20%, Limo 15 – 25% y Arena 55 – 70%; no es apto los suelos con restos de vegetación. Esto varía de acuerdo a la adición de algún aglomerante para aumentar la resistencia del adobe. La unidad de albañilería debe ser macizo y con orificios en ángulo recto a su área de asiento, cara mayor, que no es más del 12% del área bruta de esta cara.

#### **Pruebas de calidad en campo RNE E 080 (2020, pag 28)**

##### *Cinta de barro*

Se realizaron prueba de campo para examinar la cantidad apropiada de arcilla y arena gruesa, se realizó una cinta de barro de la muestra con una saturación adecuada para elaborar un cilindro de 12 mm de diámetro, aplanar de a poco entre los dedos, moldeando una cinta de 4 mm de espesor y después soltarla lo más que se pueda como se puede ver en la figura 5.

Si la cinta obtiene una distancia más de 15 cm, diremos que es un suelo muy arcilloso. Si se desprende entre los 5 cm o menor, el suelo no contenido mucha

arcilla. Si se desprende entre 5 y 15, la tierra es adecuada para la elaboración de adobes.

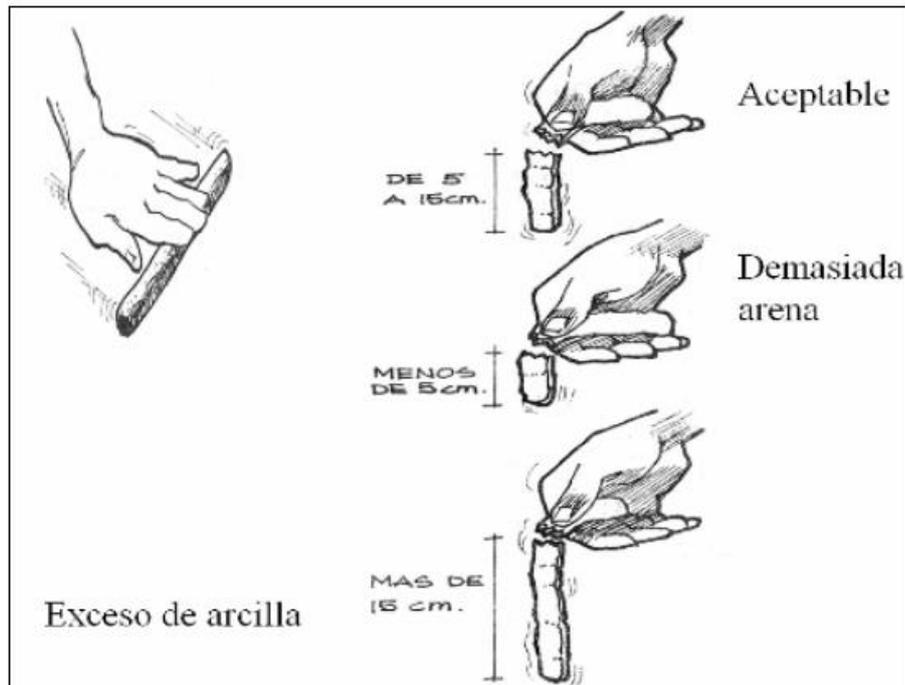


Figura 5. Elaboración de cinta de barro  
Fuente. (Herrera, 2009)

#### Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”

Se realizó cuatro bolitas con tierra del lugar que se empleó en la realización del adobe, agregarle una mínima medida de agua como se observa en la figura 6. Dejar secar las cuatro muestras por 48 horas, protegiendo de la humedad, lluvia o algún derrame de agua.

Una vez que la muestra está seca presionar las cuatro muestras con el dedo de la mano con se muestra en la figura 7.

En caso se fragmente, divida o cuartee al menos una muestra se volverá a realizar el mismo procedimiento con el mismo material y dejar secar en las mismas condiciones que las anteriores muestras. Volver a realizar la prueba, si vuelve a romperse, quebrarse o agrietarse, se deberá obviar la cantera donde se obtuvo la tierra, a menos que se combine con arcilla o suelo muy arcilloso.

En cambio, si las muestras no se rompan, no se quiebren o no se agrieten, por lo tanto, la cantera es apto como material de construcción.



Figura 6. Obtención de las cuatro muestras  
Fuente: (Thaisin, 2015)

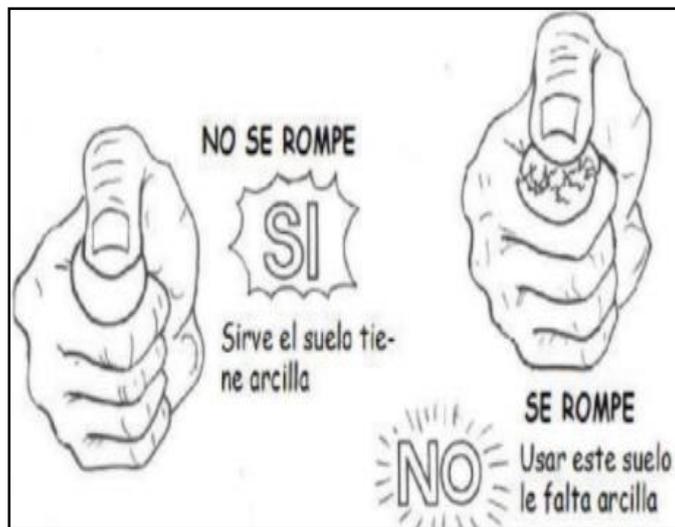


Figura 7. Prueba de agrietamiento de la muestra.  
Fuente: (Thaisin, 2015)

### Preparación del suelo

El RNE E 080 (2020, pag 25), nos indica que debemos seleccionar la tierra antes de elaborar el barro para luego someter a un procedimiento de saturación mínimo 48 horas para después elaborar el adobe; secar las unidades de albañilería protegiéndolos con una cubierta de los rayos del sol y el viento.

### Formas del adobe

Según el RNE E 080 (2020, pag. 25), el bloque de arcilla sin coser cuadrado de acuerdo a la normativa debe tener 0.40 m. de lado, por razones de peso, el rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho y la altura de entre 0.08

m y 0.12 m.

### Corcho

Según Verdun (2015, pag 22), es el revestimiento grueso y esponjoso del alcornoque, una variedad imperecedero nativo los cuales se encuentran en su mayoría en los bosques del Mediterráneo. Este revestimiento está compuesto por un tejido de células muertas, organizadas en forma regular y densa, el cual se encarga de preservar las partes vivas del madero y tallos del alcornoque como se observa en la figura 8.

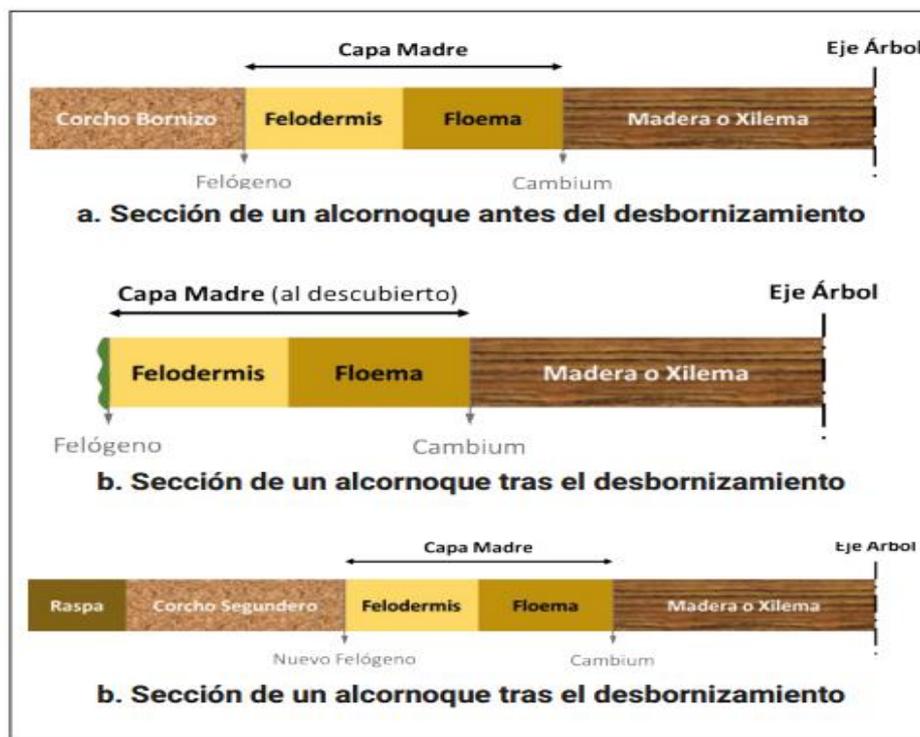


Figura 8. Mecanismo de regeneración el corcho  
Fuente: Verdun (2015, pag 23)

Las soluciones constructivas de corcho son el segundo uso más solicitado dentro del sector ya que tiene varias características como se muestra en la figura 9. La mayor parte del uso en la construcción se basa en la propiedad termoaislante y la absorción energética, aunque también crece el interés en la aplicación en la decoración, en pavimentos, suelos, compensadores de dilatación, cámaras de aire y recubrimientos exterior son aplicaciones usuales del corcho en edificios. También se aplica en mezclas con hormigón para calzadas o pavimentos.

Así es como el corcho posibilita una gran cantidad de aplicaciones en capacidades anti vibratorias, térmicas y acústicas como se observa en la figura 9.

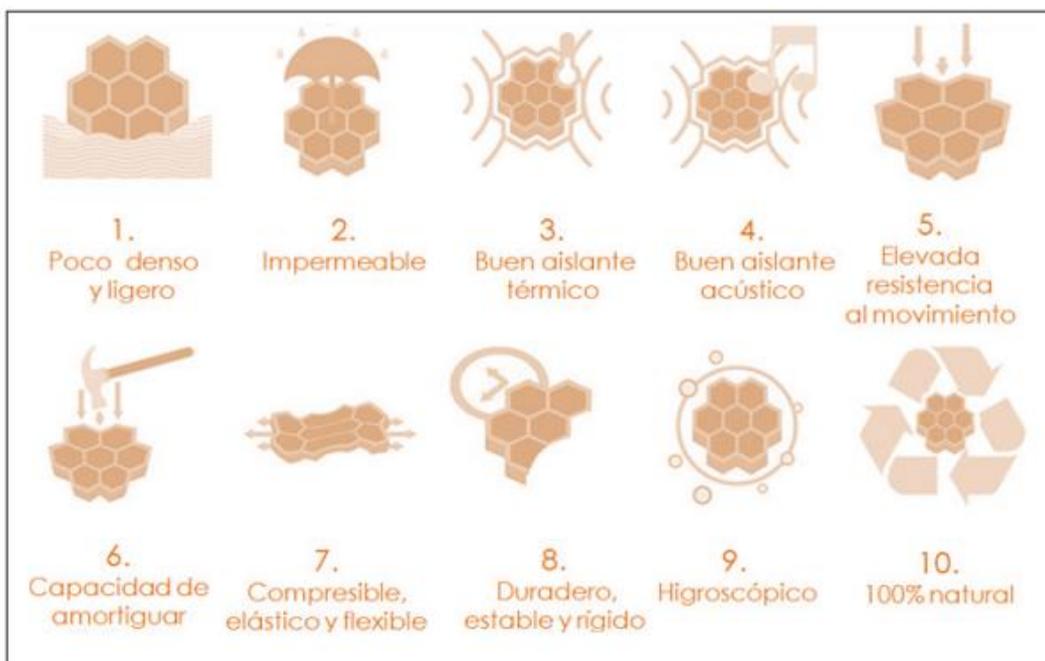


Figura 9. Decálogo de características del corcho  
Fuente: (Icsuro, 2009)

## Termoaislante

Según Ratsa (2018), la propiedad física de diferentes materiales que resisten el paso de pérdida o ganancia de energía calorífica los cuales se clasifican en aislantes naturales, aislantes sintéticos, aislante de lana mineral como se muestra en la tabla 2 y también los llamados paneles/placas sándwich.

Tabla 2. Materiales aislantes

MATERIALES		
NATURALES	SINTETICO	LANAS MINERALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Corcho</li> <li>▪ Lino</li> <li>▪ Celulosa</li> <li>▪ Lana de oveja</li> <li>▪ Arlita, perlita y vermiculita</li> <li>▪ Fibra de coco y el algodón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poliestireno expandido (EPS)</li> <li>▪ Poliestireno extruido (XPS).</li> <li>▪ Poliuretano.</li> <li>▪ Rollos reflexivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lana de roca o lana mineral (SW).</li> <li>▪ Lana de vidrio (GW).</li> </ul>

Fuente. (RATSA, 2018)

**Tabla 3.** *Aplicación del corcho en la construcción*

USOS	PRODUCTOS	EJEMPLOS	PROPIEDADES REQUERIDAS
Recubrimientos (suelos, paredes y techos)	Aglomerados de corcho-composites	Baldosas de corcho para suelos	Resistencia al desgaste
	Aglomerados de corcho expandido	Capa base para techos	Resiliencia
	Corcho-goma corcho-caucho	Subsuelo para suelo	Absorción al impacto
	Corcho proyectado	Cubiertas, fachadas y suelos	Resistencia a las humedades
Aislante	Aglomerados de corcho-composites	Aglomerados de corcho-epoxi	Conductividad térmica baja
	Aglomerados de corcho expandido	Paneles de techo y pared interior	No absorción de humedad y adecuada resistencia mecánica
	Granulado de corcho	Materiales de relleno para espacios vacíos entre paredes dobles y suelos	Resistencia al fuego, durabilidad y baja densidad
	Corcho proyectado	Cubiertas, fachadas, paredes y suelos	Resistencia térmicas y acústica
Aislante de vibraciones	Aglomerados de corcho-composites	Estructuras tipo sándwich	Absorción de la vibración de los choques
	Aglomerados de corcho expandido	Paneles expandidos de alta densidad	
	Aglomerados de corcho expandido	Juntas	
Juntas de expansión	Aglomerados de corcho expandido	Paneles expandidos	Alta compresibilidad y recuperación
	Corcho-goma corcho-caucho		

Fuente: Verdun (2015)

### Contenido de humedad

Según ASTM (D 2216, 2007) este ensayo se realiza para determinar el porcentaje de agua que contiene el suelo insitu, en un suelo cohesivo la resistencia depende del contenido de agua.

### Análisis Granulométrico

Según ASTM (D 422, 2007) y NTP 339.128 este ensayo nos permite definir la distribución de las partículas del suelo, a través de un juego de tamices que se observa en la tabla 4.

**Tabla 4.** *Juego de tamices*

<b>TAMICES</b>	<b>ABERTURA EN mm</b>
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N° 4	4,760
N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 100	0,106
N° 200	0,075

Fuente: ASTM (D 422, 2007)

### **Consistencia del suelo**

Según Villalobos (2016,pág 42), esta propiedad nos sirve para clasificar el suelo con la clasificación SUCS como se muestra en el anexo 3 y determinar el índice de plasticidad, esta consistencia varía de acuerdo a la humedad que pasa de un estado plástico a uno líquido fácilmente de acuerdo a la cantidad de agua.

*Limite liquido:* es el cambio que acontece el suelo de un estado plástico a uno líquido; el cual se determina con la cuchara de Casagrande.

*Límite plástico:* es el cambio que acontece el suelo de un estado plástico a uno semisólido; se determina realizando cilindro de suelo de 3mm de diámetro.

*Índice de plasticidad:* determina la propiedad plástica del suelo y representa el porcentaje de humedad que debe incluir para mantenerse en estado plástico.

### **Resistencia a la compresión**

Según Bolaños (2016, pag 42), la prueba de compresión se ejecuta con una muestra de unidad de albañilería seca, también algunas normas nos dan la opción de realizar pruebas en dos unidades de albañilería seca separadas por una junta de mortero como se observa en la figura 10. La fuerza de compresión se ejerce en

ángulo recto a la superficie de asiento, comprimiéndolo hasta la rotura.

El cual se calcula por la siguiente ecuación:

$$f = \frac{Pu}{A}$$

Donde:

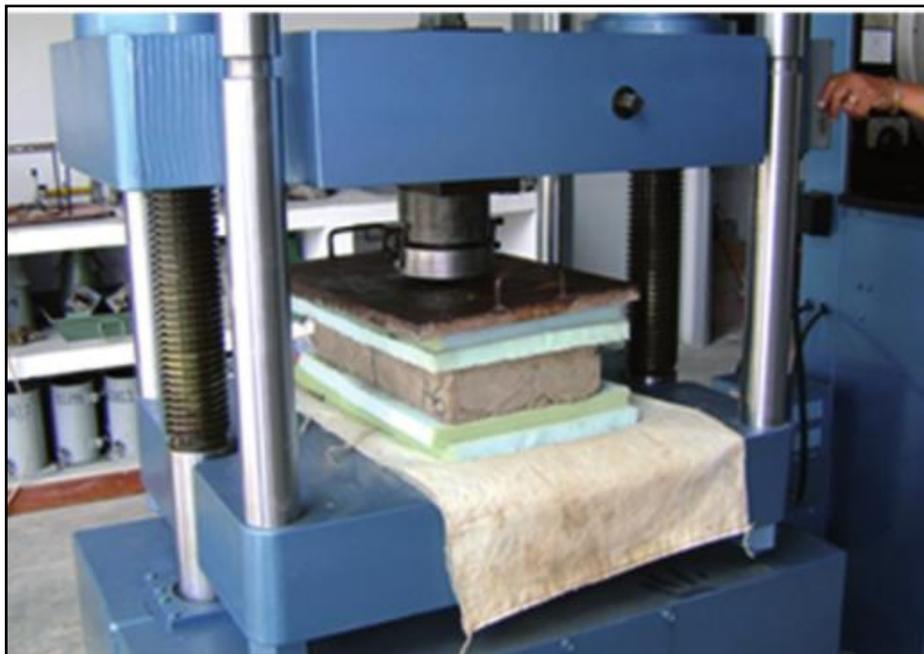
f = Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)

Pu = Carga Aplicada (Kg)

A = Área de aplicación de la carga (cm<sup>2</sup>)

Para tener un resultado más óptimo se realizan dos o tres pruebas los cuales se evaluarán estadísticamente para la obtención de un resultado confiable que generalmente está referido a la aprobación de 10% de resultados de pruebas deficientes.

Según el RNE (E 080 2020, pag 20) nos indica que la resistencia mínima a compresión es de 1.0MPa – 10.2kgf/cm<sup>2</sup>



*Figura 10.* Resistencia a la compresión del adobe  
Fuente: (Ruiz Sibaja, 2015)

### III. METODOLOGÍA

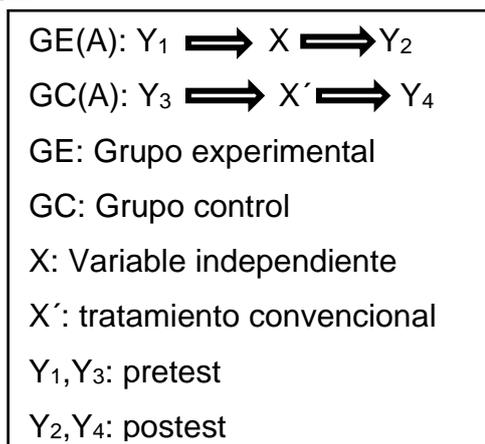
#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

##### Tipo de la Investigación

Según Borja (2016, pág. 10), este tipo de investigación busca comprender, proceder, construir e innovar la realidad de un problema y que su clasificación son variables para proyectos de ingeniería civil. Por lo expuesto caracterizamos a esta investigación como tipo aplicada.

##### Diseño de la Investigación

Según Vasquez (2020, pág. 25), este tipo de diseño se basa en la utilización intencional de una o más variables independientes para estudiar los posibles resultados que tiene sobre una o más variables dependientes, en donde el investigador tenga el control de la situación. Por lo tanto, esta investigación es de diseño experimental.



##### Enfoque de la investigación

(Borja 2016, pág. 11) Plantea que la manera más adecuada para entender la problemática es por medio de la selección y análisis de los datos recolectados, el cual podría contestar las preguntas y probar las hipótesis. Este enfoque calcula patrones de conducta en una población. De acuerdo a la definición anterior esta investigación se direcciona a un enfoque cuantitativo.

##### Método de la investigación

Según Rodriguez y Perez (2017, pág 12) en este método, las hipótesis son puntos de inicio para hallar nuevas conclusiones; la naturaleza de este método consiste en

usar la verdad o falsedad del enunciado a partir de una demostración experimental. Por el tanto el presente trabajo de investigación es de método hipotético deductivo.

### **3.2 Variables y operacionalización:**

#### **Variables**

- Variable independiente (x):  
Incorporación del corcho
  
- Variable dependiente (y):  
(y1) propiedades mecánicas del adobe  
(y2) propiedades termoaislantes del adobe  
(y3) propiedades de permeabilidad del adobe

*Variable independiente:* la variable independiente es la incorporación del corcho en la mezcla de tierra, paja y agua para la elaboración de la mampostería.

*Variable Dependiente:* las variables dependientes son las propiedades mecánicas y termoaislantes porque dependen del corcho y su efecto que produce el corcho en el mejoramiento de dichas propiedades.

#### **Operacionalización**

Está constituida por una secuencia de procedimientos para realizar la medición de una variable; por lo tanto, se adjunta la matriz de operacionalización de variable en el anexo 1.

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

#### **Población**

(Ramírez 2020, pág. 55), Describe a la población como el grupo de elementos de estudio; lo define el objetivo de la investigación. Por lo tanto, la población es el conjunto de viviendas de adobe; construidas por los pobladores de manera tradicional, carentes de alguna información de como emplear algún material para disminuir el frío.

## Muestra

(Ramirez 2020, pág. 55) explica a la muestra como un conjunto limitado de elementos de dicho conjunto, al cual se le determinan particularidades con la intención de deducir tales características a todo el conjunto. Por lo tanto, la muestra es el adobe con incorporación de corcho en la parcialidad de Puyutira, distrito de Tirapata.

La cantidad de adobes sometidos que conformaron los ensayos se muestran en las tablas 5, 6.

**Tabla 5.** Muestra para la prueba de resistencia a compresión

Ensayos	Cantidad de corcho	N° de muestras	N° de unidades por muestra	Cantidad parcial	Cantidad total
Adobe tradicional	0	4	1	4	12
Adobe con corcho	0.5%	4	1	4	
Adobe con corcho	1.0%	4	1	4	

*Fuente.* Elaboración propia

**Tabla 6.** Muestra para la prueba de permeabilidad

Ensayos	Cantidad de corcho	N° de muestras	N° de unidades por muestra	Cantidad parcial	Cantidad total
Adobe tradicional	0	3	1	3	9
Adobe con corcho	0.5%	3	1	3	
Adobe con corcho	1.0%	3	1	3	

*Fuente.* Elaboración propia

## Muestreo

El procedimiento de muestreo empleado para esta investigación es el no probabilístico denominados también por otros autores, (Pimienta 2000, pag 265) muestreo por conveniencia o modelos.

### 3.4 Técnicas e instrumentos, validez y confiabilidad

#### Técnicas de recolección de datos

Con la finalidad de obtener cifras reales y confiables para la determinación de los objetivos planteados, se realizó una observación directa de las viviendas rurales del centro poblado de Puyutira; recopilación de investigaciones y bibliografía acerca del tema de estudio.

#### Instrumentos de recolección de datos

(Borja 2016, pag 33) nos explica que para la obtención de datos y de resultados veraces principalmente se emplea los formatos de estudios y los respectivos ensayos de laboratorio para la presente investigación; se observó a la población en estudio y se usaron instrumentos y/o formatos estandarizados, por normativa peruana e internacional que se observa en la tabla 8.

**Tabla 7.** Normativa aplicada para el análisis

<b>NORMATIVA</b>
Norma técnica peruana (NTP)
Diseño y construcción con tierra reforzada E 080
Sociedad americana para ensayos y materiales (ASTM)

Fuente: elaboración propia

#### Validez

Según Matas (2018, pág 39), define a la escala de likert como una herramienta psicometrico en el cual el encuestado indica su acuerdo o desacuerdo sobre un item planteado con opciones de respuestas numericas del 1 al 5.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación estuvo validado por expertos vinculados al tema de investigación en donde se les realizaron encuestas los cuales se adjuntan en el anexo 3.

## Confiabilidad

Según Quero (2010, pag 249), la confiabilidad de Cronbach nos da a conocer el grado de exactitud de la medida que se enlaza con la consistencia del instrumento; con un factor de correlación en donde los valores se balancean entre cero y uno, como se puede observar en la tabla 8.

**Tabla 8.** Factor de correlación

RANGOS	MAGNITUD
0.90 a 1.00	Muy Alta
0.70 a 0.90	Alta
0.50 a 0.70	Moderada
0.30 a 0.50	Baja
0.01 a 0.03	Muy Baja

Fuente. Quero (2010)

En la tabla 9 se observa los resultados obtenidos de la valoración de los instrumentos de valoración, los cuales fueron realizados mediante un cuestionario a expertos.

**Tabla 9.** Cálculo del coeficiente de confiabilidad

Encuestados	ITEMS										SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
2	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	49
3	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	45
Varianza	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	
∑Varianzas	1.3333										
Varianza ∑ ítems	4.6667										

Fuente: elaboración propia

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

α=Valor del coeficiente Cronbach (confiabilidad)

K=Numero de ítems

∑ S<sub>i</sub><sup>2</sup>=Sumatoria de varianzas individuales

S<sub>t</sub><sup>2</sup>=Varianza total

$$\alpha = \frac{10}{10-1} \left[ 1 - \frac{1.3333}{4.6667} \right]$$

$$\alpha = 0.7937$$

Con resultados de los cuestionarios se realizaron los cálculos correspondientes obteniendo un resultado de 79.37%, donde observando la tabla 8 se obtuvo una confiabilidad “Alta” según el coeficiente de Cronbach.

### 3.5 Procedimientos

Para responder a los objetivos planteados en la investigación se realizó la recopilación de información, pruebas de laboratorio y la medición de temperaturas con termo hidrómetros digital en los modelos de viviendas que fueron construidas con una incorporación de 0.5%, 1.0% del corcho en la mezcla que se utilizó para la elaboración de los adobes.

**Etapa I:** en primer lugar, se adquirió la muestra de tierra para la elaboración de los adobes de una excavación que se realizó en el lugar de estudio, el cual se observa en la siguiente figura 11; de esta muestra se realizaron los ensayos de campo como la cinta de barro y presencia de arcilla, ensayos de laboratorio como contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de Atterberg.



Figura 11. Excavación de tierra  
Fuente: elaboración propia

Después de la obtención de la muestra en la excavación hecha en Puyutira se tomó una porción de tierra para realizar la prueba de cinta según la norma E.080 donde se obtuvo una longitud de descolgué de 11.00cm como se observa en la figura 12.



*Figura 12.* Prueba cinta de barro  
Fuente: elaboración propia

Se tomo otra cantidad para la prueba presencia de arcilla, donde se agregó una mínima cantidad de agua para realizar cuatro bolitas los cuales se dejaron secar por 48 horas según la norma E.080, después se presionó las bolitas con los dedos de la mano los cuales no se agrietaron fácilmente como se muestra en la figura 13.



*Figura 13.* Prueba de campo-Presencia de arcilla  
Fuente: elaboración propia

**Etapa II:** Se estableció el laboratorio de mecánica de suelos en donde se realizaron los ensayos de laboratorio.

Se empezó con el ensayo contenido de humedad natural del suelo, en donde se

pesó el suelo húmedo para después se secado en el horno por 8 horas como se



observa en la figura 14, para después pesar la muestra seca.

*Figura 14.* Ensayo contenido de humedad  
Fuente: elaboración propia

Luego se realizó el ensayo de análisis granulométrico en donde se procedió al lavado de la muestra en el tamiz N.º 200, luego se secó en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C y después se pesó; se procedió con el tamizado y se pesó el material retenido en cada tamiz, cuyos procedimientos se observan en la figura 15.



*Figura 15.* Ensayo de análisis granulométrico.  
Fuente: elaboración propia

Seguidamente se ejecutó el ensayo de límites de Atterberg con material pasante por el tamiz N° 40, se realizó el ensayo de limite líquido, se preparó el suelo con un porcentaje de agua buscando la consistencia adecuada para colocarlo en la

cuchara de Casagrande para proceder con el ensayo, se pesó la muestra que se obtuvo de la cuchara y se dispuso al horno para el secado correspondiente; los procedimientos mencionados se observan en la figura 16 y 17.



Figura 16. Límites de consistencia  
Fuente: elaboración propia

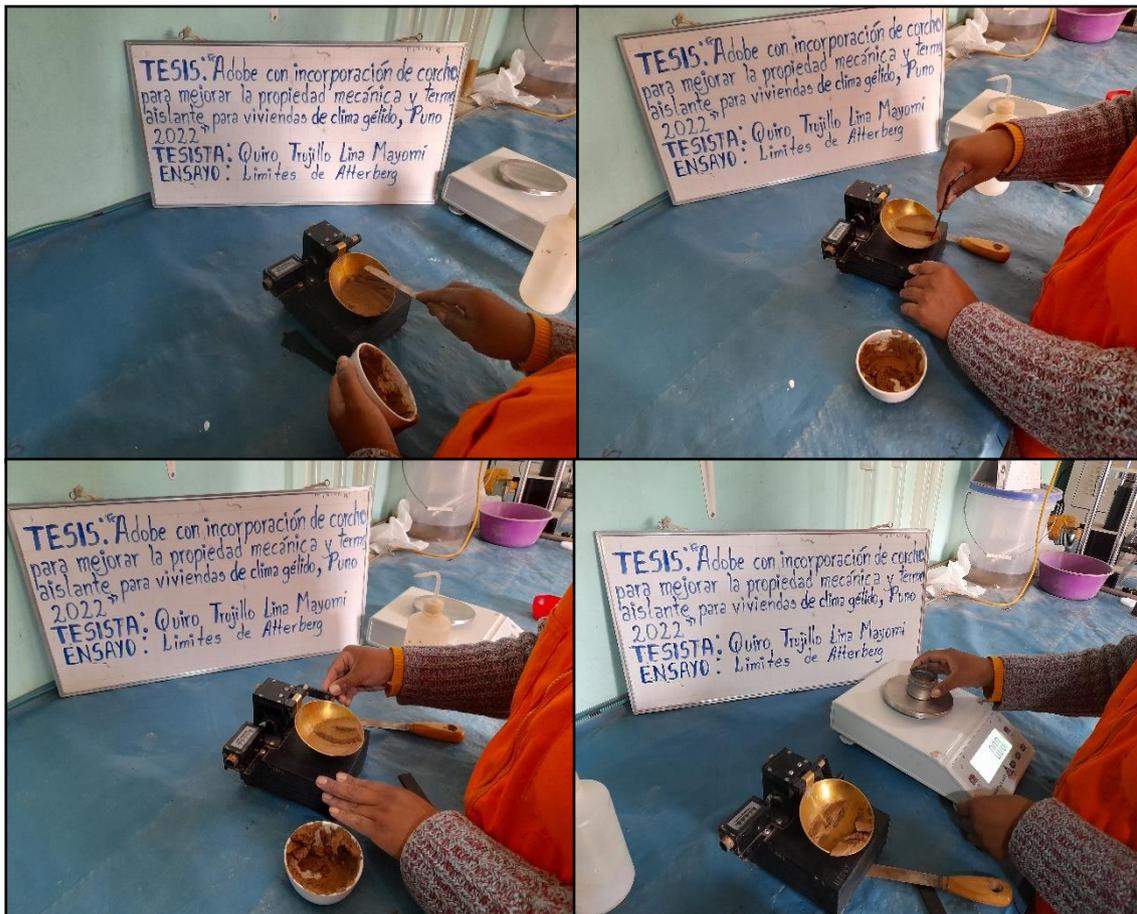


Figura 17. límites de consistencia – límite líquido  
Fuente: elaboración propia

Para el ensayo de limite plástico se saturo una porción de muestra formando una pasta para realizar los cilindros de 3mm los cuales deben evidencias pequeñas fisuras para luego ser pesados y colocados en el horno para el respectivo secado como se observa en la figura 18.



Figura 18. Límites de consistencia – limite plástico  
Fuente: elaboración propia

Para realizar el ensayo de resistencia a compresión se empezó a elaborar los adobes de manera tradicional; primeramente, se dejó la tierra en saturación por 24 horas, al día siguiente se procedió a pisar el barro e incorporar paja y corcho en un 1.5% y otra con 3.0% de corcho como se observa en la figura 19. Después se dejó secar los adobes para someterlo a ensayo de laboratorio.



Figura 19. Elaboración del adobe  
Fuente: elaboración propia

Para el ensayo de resistencia a compresión se trasladaron los testigos a laboratorio, en donde a cada testigo se sometió a compresión en la maquina correspondiente como se observa en la figura 20.



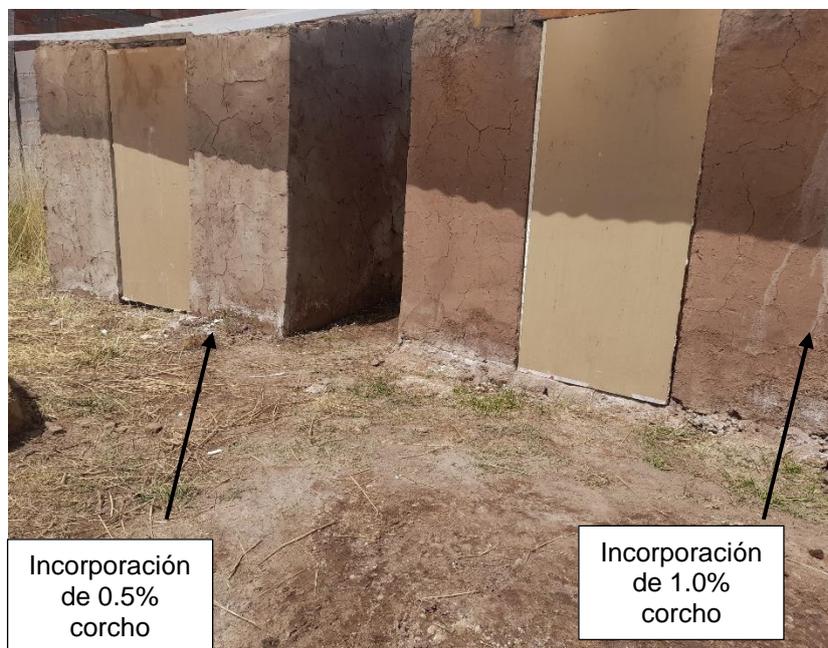
Figura 20. Resistencia a compresión  
Fuente: elaboración propia

Para el ensayo de permeabilidad se realizaron testigos cilíndricos con medidas de 10cm de diámetro y 20cm de alto; los cuales se desmoldaron a los 3 días y se dejaron a la sombra para su respectivo secado. Después de secado se sometió a ensayo (figura 21).



Figura 21. Ensayo de permeabilidad  
Fuente: elaboración propia

Por último, para realizar la medición de temperatura se construyó modelos de viviendas, ambas incorporaciones de 0.50% de corcho y 1.00% de corcho como se observa en la figura 22, después con un termo hidrómetro medir la variación de la temperatura interior durante la noche.



*Figura 22.* Construcción de las viviendas  
Fuente: elaboración propia

### 3.6 Método de análisis de datos

El método de análisis fue por los ensayos en el laboratorio que se realizaron en donde se evaluó las propiedades mecánicas según la NTP y ASTM y medición de temperatura en el lugar de estudio en donde se evaluó la propiedad termoaislante de los modelos elaborados, los datos obtenidos fueron procesadas en formatos Excel y se realizaron gráficos para realizar comparaciones.

### 3.7 Aspectos éticos

Esta investigación fue desarrollada principalmente basándose en las bases éticas de la Universidad Cesar Vallejo; la información recopilada es de libros, artículos, manuales y tesis de autores citados en las referencias bibliográficas según la norma ISO 690, los resultados obtenidos en absoluto fueron modificados y son emitidos por un laboratorio que acredita la validez de estos.

De acuerdo al artículo 6° relacionado a la Honestidad los datos reportados de los ensayos serán reales y fehacientes.

Según dispuesto por el Artículo 7° relacionado al rigor científico el desarrollo y explicación de datos fue fidedigno.

De acuerdo al artículo 9° referente a la responsabilidad la investigación fue realizada con requisitos éticos, legales y de seguridad.

De acuerdo al artículo 15° que trata de la política anti plagio las fuentes y bibliografías fueron adecuadamente citadas; y la Universidad Cesar Vallejo evaluó la investigación en el programa de evaluación de trabajos de investigación-Turnitin.

## **IV. RESULTADOS**

La presente tesis titulado: Adobe con incorporación de corcho para mejorar las propiedades mecánicas y termoaislantes para viviendas en clima gélido-puno 2022, para obtener el propósito se desarrollaron estudios y ensayos de suelos de acuerdo a la Norma E.080, donde señala que el adobe puede contener paja u otro componente que aumente su estabilidad; por lo tanto en la presente investigación se incorporó corcho granulado en dos porcentajes de 0.50% y 1.00% en la mezcla para la elaboración del mismo.

### **4.1 Diseño del molde y vivienda**

#### **4.1.1 Diseño del molde**

La referencia de la medida del adobe que se elaboro fue tomada de los datos del adobe tradicional del lugar de estudio que tiene las dimensiones de 0.35m de largo, 0.25m de ancho y 0.12m de alto; como se observa en la figura 23.



*Figura 23.* Molde para adobe  
Fuente: elaboración propia

#### **4.1.2 Diseño de vivienda**

Las viviendas modelo tienen una dimensión de 1.00m\*1.00m interior, 1.10m de altura, un techo armado con listones y calamina; con un revestimiento en el interior

y exterior de la vivienda como se observa en la figura 24.

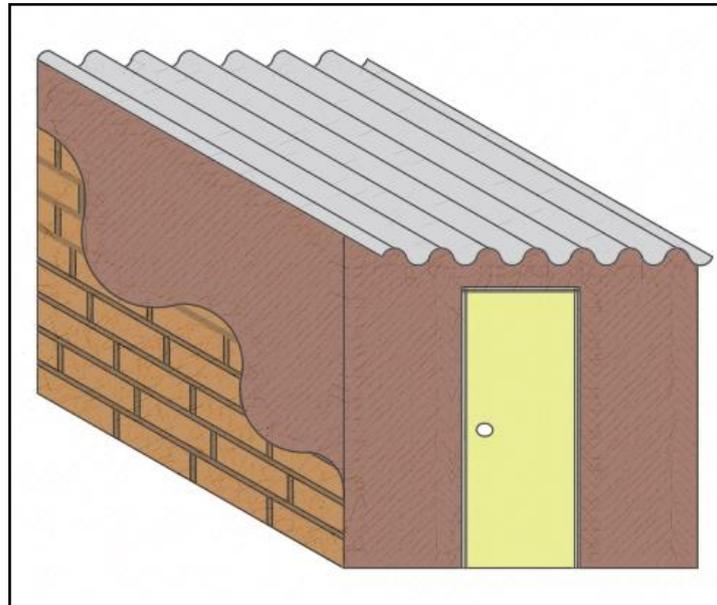


Figura 24. Diseño de vivienda  
Fuente: elaboración propia

Para el cálculo de adobe se empleó la siguiente ecuación:

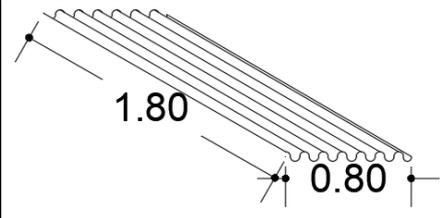
FORMULA	CALCULO PARA M <sup>2</sup>
$CA = \frac{1}{(L + J_h) * (H + J_v)}$ <p>CA: Cantidad de adobes (m<sup>2</sup>) L: Longitud de adobe(m) J<sub>h</sub>: Espesor de junta horizontal (m) H: Altura del adobe (m) J<sub>v</sub>: Espesor de junta vertical (m)</p>	$CA = \frac{1}{(0.35 + 0.02) * (0.12 + 0.02)}$ $= 19.31 \text{ unid.} * m^2$ $= 20 \text{ unid./m}^2$

Cálculo de la cantidad total de adobe para la construcción de las viviendas

CANTIDAD TOTAL DE ADOBE		
<p><math>A_{\blacksquare} = 1.50m * 1.10m</math> <math>= 1.65 m^2 * 4_{\text{lados}}</math> <math>= 6.60m^2</math></p>	<p><math>A_{\blacktriangleright} = \frac{1.50m * 0.30m}{2}</math> <math>= 0.225 m^2 * 2_{\text{lados}}</math> <math>= 0.45 m^2</math></p>	<p><math>A_{\blacksquare} = 1.50m * 0.30m</math> <math>= 0.45m^2</math></p>

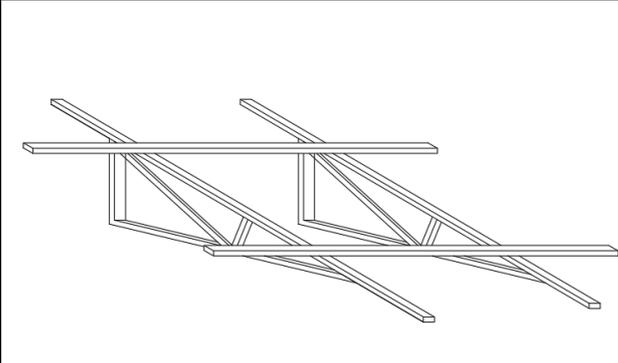
$$\begin{aligned}
 A_{total} &= 6.60m^2 + 0.45m^2 + 0.45m^2 \\
 &= 7.50 m^2 * 2_{viviendas} \\
 &= 15.00m^2 \\
 Total\ adobe &= A_{total} * CA \\
 &= 15.00m^2 * 20unid./m^2 \\
 &= 300\ unid.
 \end{aligned}$$

**Cálculo de cantidad de calamina**



Son 2 unidades de calamina por vivienda de acuerdo a las medidas. Por lo tanto, para dos viviendas se necesitaron 4 unidades.

**Cálculo de listones para armado de techo**



Cada tijeral tiene una medida de 7.14m por 4 cantidades es 28.56m, y 1.50m los listones de unión que hace una medida de 6.0m. Por lo tanto, la medida total es de 34.56m el cual equivale a 11 listones de 3.20m

**4.2 Dosificación de materiales**

**Tierra:** la cantidad se calculó al pesar los adobes tradicionales en estado seco de la zona en estudio, donde se obtuvo un peso promedio de 18.00 kg.

Por lo tanto, para la elaboración de 300 unidades de adobe será:

FORMULA	CALCULO
$CT = C_{TA} * P_P$	$CT = 1 * 18.0$
CT: Cantidad de tierra (kg)	$= 18.00\ kg$
CA: Cantidad de adobes	$= 0.017\ m^3$
PP: Peso promedio (kg)	
Por lo tanto, la cantidad total, de tierra es de:	$CT = 300unid.* 0.017\ m^3$ $= 5.0\ m^3$

**Paja:** la cantidad de adición fue de 0.5% con respecto al peso del adobe.

PESO DE PAJA POR UNIDAD	PESO DE PAJA TOTAL
$\frac{18.00 \text{ kg}}{X} = \frac{100\%}{0.5\%}$ $X = \frac{18.00 * 0.5}{100}$ $= 0.09 \text{ kg/unid}$	Para 300 adobes:  $PT = 300 \text{unid} * \frac{0.09 \text{kg}}{\text{unid}}$ $= 27.0 \text{ kg}$
Se corto 3 cargas de paja cada una de 10 kg.	

**Corcho:** se optó por analizar dos porcentajes de incorporación de corcho.

Corcho incorporado a 0.50%	Corcho incorporado a 1.00%
$X = \frac{18.00 \text{kg} * 0.50\%}{100\%}$ $= 0.09 \text{ kg ó } 90 \text{g}$	$X = \frac{18.00 \text{kg} * 1.00\%}{100\%}$ $= 0.180 \text{ kg ó } 180 \text{g}$
	
Se elaboro 150 unidades de adobe para la construcción de la vivienda y los ensayos. $TC = CA * PC_U$ $= 150 * 0.09$ $= 13.50 \text{kg}$	Se elaboro 150 unidades de adobe para la construcción de la vivienda y los ensayos. $TC = CA * PC_U$ $= 150 * 0.180$ $= 27.00 \text{kg}$

### 4.3 Resultado de pruebas en campo

#### a) Cinta de barro

El largo que descolgó el barro con la humedad adecuada de la cantera de Puyutira fue de 11cm; por lo tanto, según la norma E.080 que nos indica que debería de

estar entre 5cm a 15cm como se puede observar que la cantera si cumple con la condición como se muestra en la siguiente tabla 10.

**Tabla 10.** Resultado de la prueba cinta de barro

Ensayo de campo - Cinta de barro			
Cantera	Longitud	Norma E.080	
Puyutira	11.00 cm	Menor a 5cm	Demasiada arena
		5cm a 15cm	Aceptable
		Mas de 15cm	Exceso de arcilla

Fuente: elaboración propia

### b) Presencia de arcilla

Se elaboro las cuatro bolitas en la palma de las manos el cual se dejó secar por 48 horas como indica la Norma E.080 para después someterlo a presión de los dedos pulgar e índice, se observó que las cuatro bolitas no se agrietaron como se muestra en la figura 25 por lo tanto, la cantera es óptima para la elaboración del adobe.



*Figura 25.* Prueba presencia de arcilla  
Fuente. Elaboración propia

#### 4.4 Procesamiento de información e interpretación de datos (gráficos y

##### a) Contenido de humedad natural

Tabla 11. Contenido de humedad

Descripción	Datos obtenidos
Peso de suelo húmedo	250.80 gr
Peso de suelo seco	223.20 gr
Peso del agua	27.60
% de humedad	12.34%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 11 se puede observar que de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio el contenido de humedad natural es 12.34%. Resultado que muestra el peso del agua con respecto al peso.

##### b) Análisis Granulométrico

Para el presente ensayo se transportó una cantidad mínima de muestra al laboratorio, donde se realizó el ensayo según la Norma E.080, obtenidos los siguientes resultados que se muestra la tabla 12.

Tabla 12. Análisis granulométrico

ABERTURA DE TAMICES		Peso retenido gr	% Parcial retenido	%Acumulado retenido	% Acumulado que pasa
Nombre	mm				
4 pulg	100.00	-----	-----	-----	100.00
3 ½ pulg	90.00	-----	-----	-----	100.00
3 pulg	75.00	-----	-----	-----	100.00
2 ½ pulg	63.00	-----	-----	-----	100.00
2 pulg	50.00	-----	-----	-----	100.00
1 ½ pulg	37.50	-----	-----	-----	100.00
1 pulg	25.00	-----	-----	-----	100.00
¾ pulg	19.00	-----	-----	-----	100.00
½ pulg	12.50	-----	-----	-----	100.00
3/8 pulg	9.500	-----	-----	-----	100.00
N° 4	4.750	-----	-----	-----	100.00
N° 10	2.000	26.40	5.28	5.280	94.72
N° 20	0.850	26.50	5.30	10.58	89.42
N° 40	0.425	33.20	6.64	17.22	82.78
N° 60	0.250	32.10	6.42	23.64	76.36
N° 100	0.150	40.10	8.02	31.66	68.34
N° 140	0.106	22.50	4.50	36.16	63.84
N° 200	0.075	29.10	5.82	41.98	58.02
<N° 200	<N° 200	290.10	58.20	100.00	

Fuente: elaboración propia

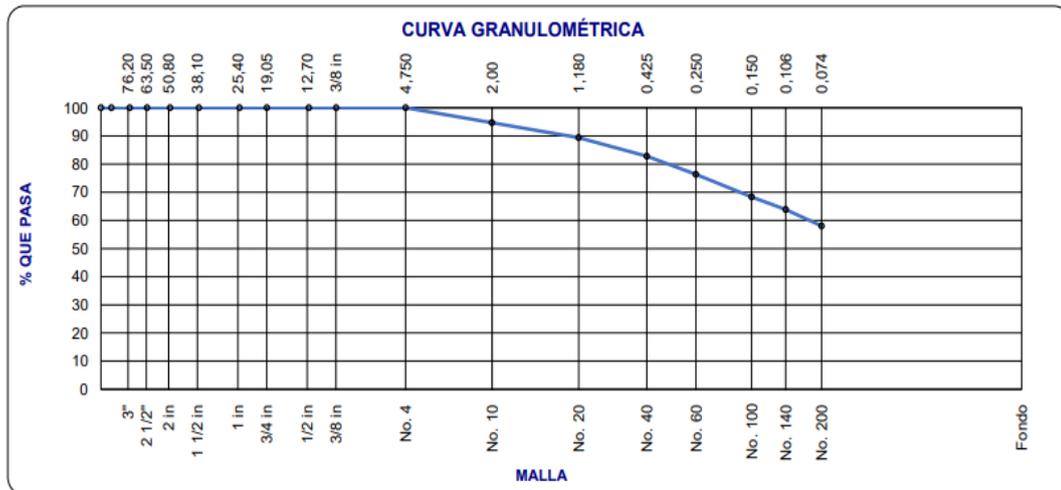


Figura 26. Curva granulométrica de la muestra  
Fuente: elaboración propia

En la anterior figura 26 se observa que el porcentaje de arena es de 41.8% y el porcentaje de finos (arcilla y limo) es de 58.02%. Entonces el suelo si es apto para la elaboración de adobes.

### c) Límites de consistencia

En el presente ensayo se determinó el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad para así poder clasificar el suelo, obteniendo los siguientes resultados que se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Resultado del ensayo de límites de consistencia

CANTERA	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
	LL	LP	IP
Puyutira	34%	20%	14%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 12 se observa que la condición de contenido de humedad donde el suelo actúa de forma plástica es 14%.

### d) Clasificación de suelos

De acuerdo a los resultados del IP y análisis granulométrico se clasifica el suelo por el sistema SUCS y AASHTO como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Clasificación del suelo

CANTERA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACION AASHTO
Puyutira	CL	A-6

Fuente: elaboración propia

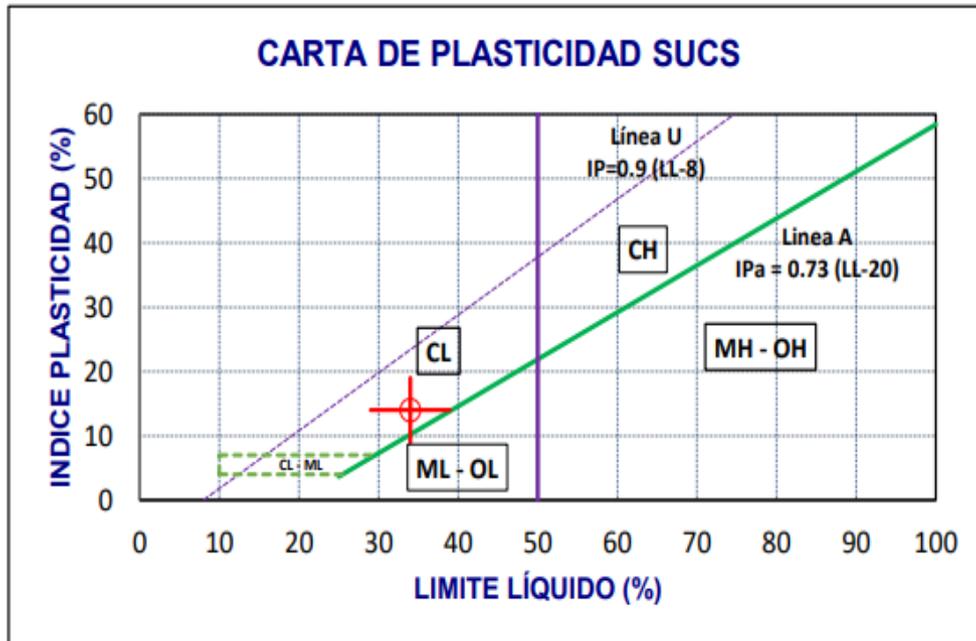


Figura 27. Carta de plasticidad SUCS

Fuente: elaboración propia

Al obtener los datos de Límite Líquido e Índice de Plasticidad podemos clasificar el suelo según SUCS. Donde analizando la carta de plasticidad (figura 27) se observa que el suelo es una “arcilla arenosa de baja plasticidad”.

### e) Resistencia a compresión

Tabla 15. Resistencia a compresión-Muestra patrón

MUESTRA	ÁREA mm <sup>2</sup>	CARGA N	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M-1	89337.15	310893.30	3.48	35.49
M-2	88529.12	304540.20	3.44	35.08
M-3	89132.40	304832.80	3.42	34.87
M-4	88979.50	305420.00	3.43	35.00
Promedio			3.44	35.11
Desviación estándar ( $\sigma$ )			0.0263	0.2677
Coeficiente de variación (CV)			0.0076	0.0076
V Resistencia f'b			3.43	35.10

Fuente: elaboración propia

En la tabla 15 se observa los datos obtenidos de la muestra patrón. Con respecto a la norma E.080 nos indica que la resistencia a compresión debe ser igual o mayor a 1.0MPa o 10.2kg/cm<sup>2</sup>; por lo tanto, la resistencia obtenida es de 3.43MPa - 35.10kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo así la resistencia mínima que establece la normativa.

**Tabla 16.** Resistencia a compresión-Adición de 0.5% de corcho

MUESTRA	ÁREA mm <sup>2</sup>	CARGA N	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M-1 con 0.5% de corcho	90377.44	248930.00	2.75	28.09
M-2 con 0.5% de corcho	89662.75	247470.00	2.76	28.14
M-3 con 0.5% de corcho	89884.08	245380.00	2.73	27.84
M-4 con 0.5% de corcho	89986.47	246750.00	2.74	27.96
Promedio			2.75	28.01
Desviación estándar ( $\sigma$ )			0.0129	0.1350
Coeficiente de variación (CV)			0.0047	0.0048
Resistencia f' b			2.75	28.01

Fuente: elaboración propia

En la tabla 16 se visualizan los resultados de laboratorio, donde se obtuvo una resistencia a compresión de 2.75MPa – 28.01kg/cm<sup>2</sup>; por lo tanto, se observa una disminución con respecto a la muestra patrón.

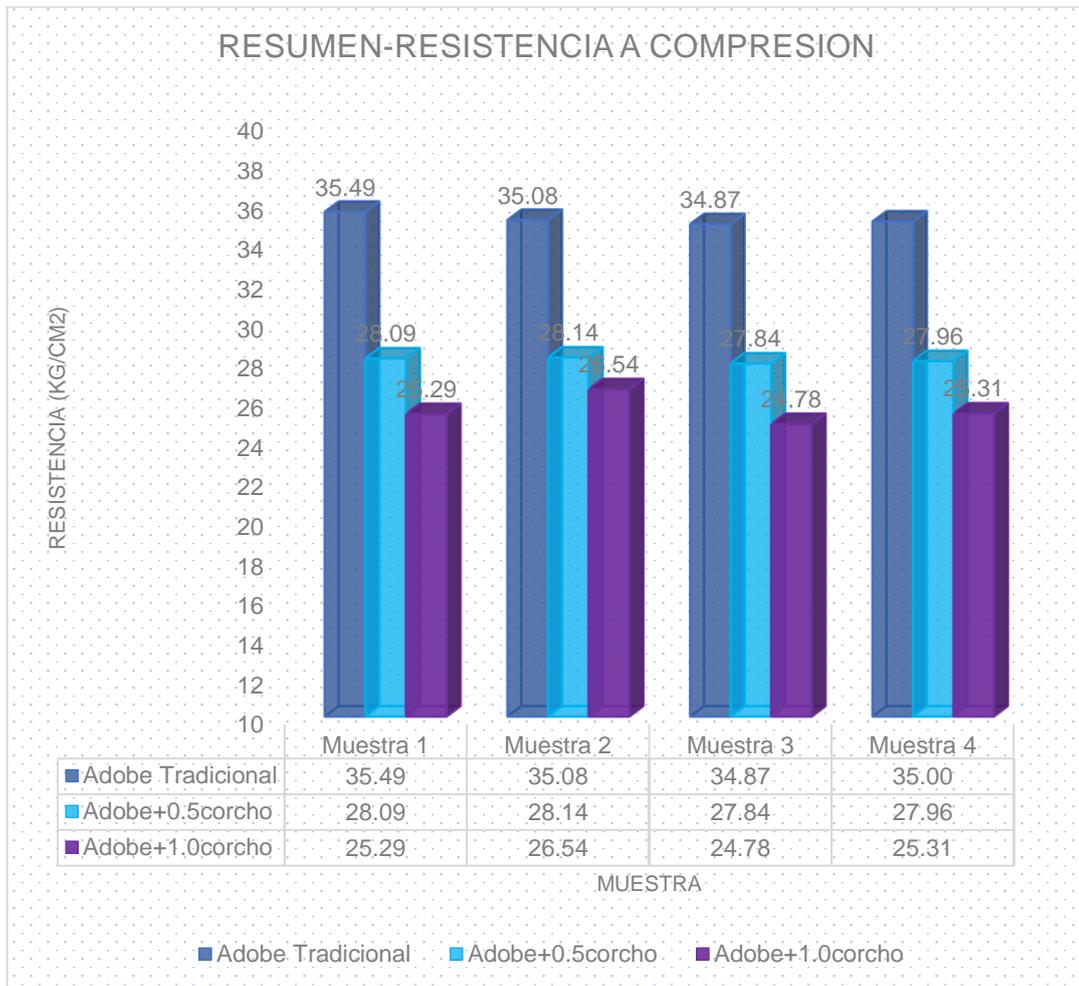
**Tabla 17.** Resistencia a compresión-Adición del 1.0% de corcho

MUESTRA	ÁREA mm <sup>2</sup>	CARGA N	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M-1 con 1.0% de corcho	92265.42	228820.00	2.48	25.29
M-2 con 1.0% de corcho	90997.36	236800.00	2.60	26.54
M-3 con 1.0% de corcho	94062.26	228570.00	2.43	24.78
M-4 con 1.0% de corcho	92458.31	229450.00	2.48	25.31
Promedio			2.50	25.53
Desviación estándar ( $\sigma$ )			0.0723	0.7480
Coeficiente de variación (CV)			0.0289	0.0293
Resistencia f' b			2.47	25.50

Fuente: elaboración propia

En la tabla 17 se visualizan los resultados de laboratorio, donde se obtuvo una resistencia a la compresión de 2.47MPa – 25.50Kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo una disminución con respecto a la muestra patrón y la muestra con adición de 0.5% de corcho.

Gráfico 1. Resumen de resistencia a compresión



En la gráfica 1 se contemplan los resultados obtenidos del ensayo a compresión en la muestra patrón y las distintas adiciones; donde se observa que, al incorporar el corcho en 0.5% en la muestra 4 disminuye un 20.11% y al incorporar el corcho en 1.0% disminuye un 27.69% con respecto a la resistencia a compresión del adobe patrón.

#### f) Medición de temperatura

Esta recolección de datos se realizó desde el día 31 de marzo al día 03 de abril, 14 de abril y 15 de abril del 2022, en las viviendas modelo construida con adobe de 0.5% y 1.0% de corcho, para ello se usó termo-hidrómetros con sonda los cuales registraron temperatura interior y exterior de las viviendas.

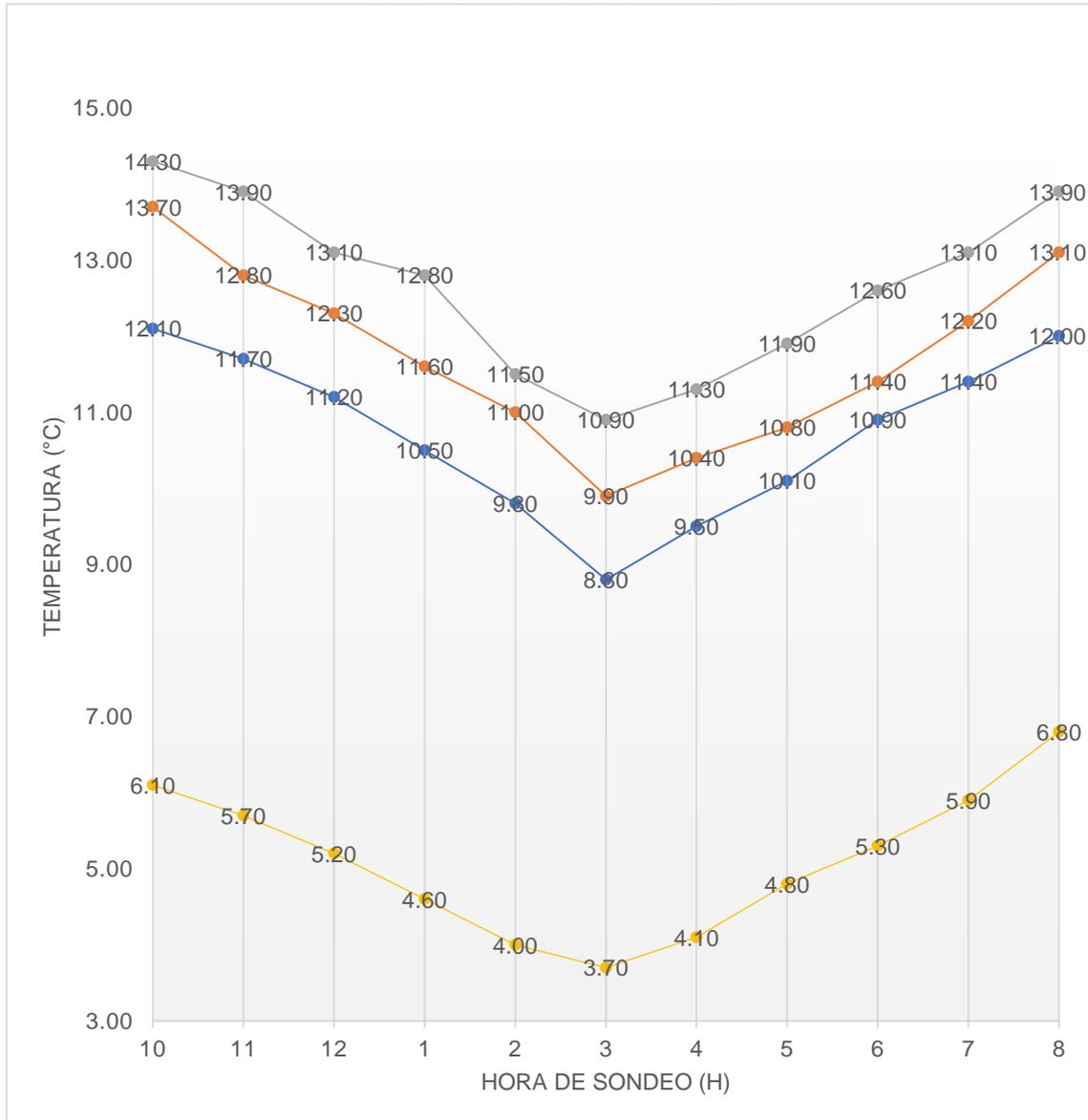
**Tabla 18.** Datos obtenidos del día 31 de marzo

HORA	DESCRIPCIÓN	ADOBE TRADICIONAL	ADOBE CON 0.5% CORCHO	ADOBE CON 1.0% CORCHO	CONDICIÓN CLIMÁTICA
		Temperatura °C			
10:00 p. m.	Temp. Interior	12.10	13.70	14.30	DIA: Nublado / Lluvioso
	Temp. Exterior	6.10			
11:00 p. m.	Temp. Interior	11.70	12.80	13.90	
	Temp. Exterior	5.70			
12:00 m.	Temp. Interior	11.20	12.30	13.10	
	Temp. Exterior	5.20			
1:00 a. m.	Temp. Interior	10.50	11.60	12.80	TARDE: Lluvioso
	Temp. Exterior	4.60			
2:00 a. m.	Temp. Interior	9.80	11.00	11.50	
	Temp. Exterior	4.00			
3:00 a. m.	Temp. Interior	8.80	9.90	10.90	
	Temp. Exterior	3.70			
4:00 a. m.	Temp. Interior	9.50	10.40	11.30	
	Temp. Exterior	4.10			
5:00 a. m.	Temp. Interior	10.10	10.80	11.90	NOCHE: Lluvioso
	Temp. Exterior	4.80			
6:00 a. m.	Temp. Interior	10.90	11.40	12.60	
	Temp. Exterior	5.30			
7:00 a. m.	Temp. Interior	11.40	12.20	13.10	
	Temp. Exterior	5.90			
8:00 a. m.	Temp. Interior	12.00	13.10	13.90	
	Temp. Exterior	6.80			

Fuente: elaboración propia

En la tabla 18 se observa el resultado registrado el 31 de marzo donde la temperatura exterior mínima fue 3.70 °C a las 3:00am; y que en la vivienda construida con 1.0% de corcho la temperatura interior es de 10.90 °C; donde la diferencia con la vivienda elaborada con adobe común es 2.10 °C. La condición climática es lluviosa tanto de día como de noche.

Gráfico 2: Medición 31 de marzo



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 2 se evidencia la variación de temperatura interior en la vivienda tradicional es menor a comparación de las viviendas que fueron construidas con incorporación de corcho en el adobe; donde la temperatura interior a la 1:00 am desciende y a las 5:00am asciende por la salida del sol.

Donde también se observa que a más incorporación de corcho mejora el confort térmico.

**Tabla 19.** Datos obtenidos del 01 de abril

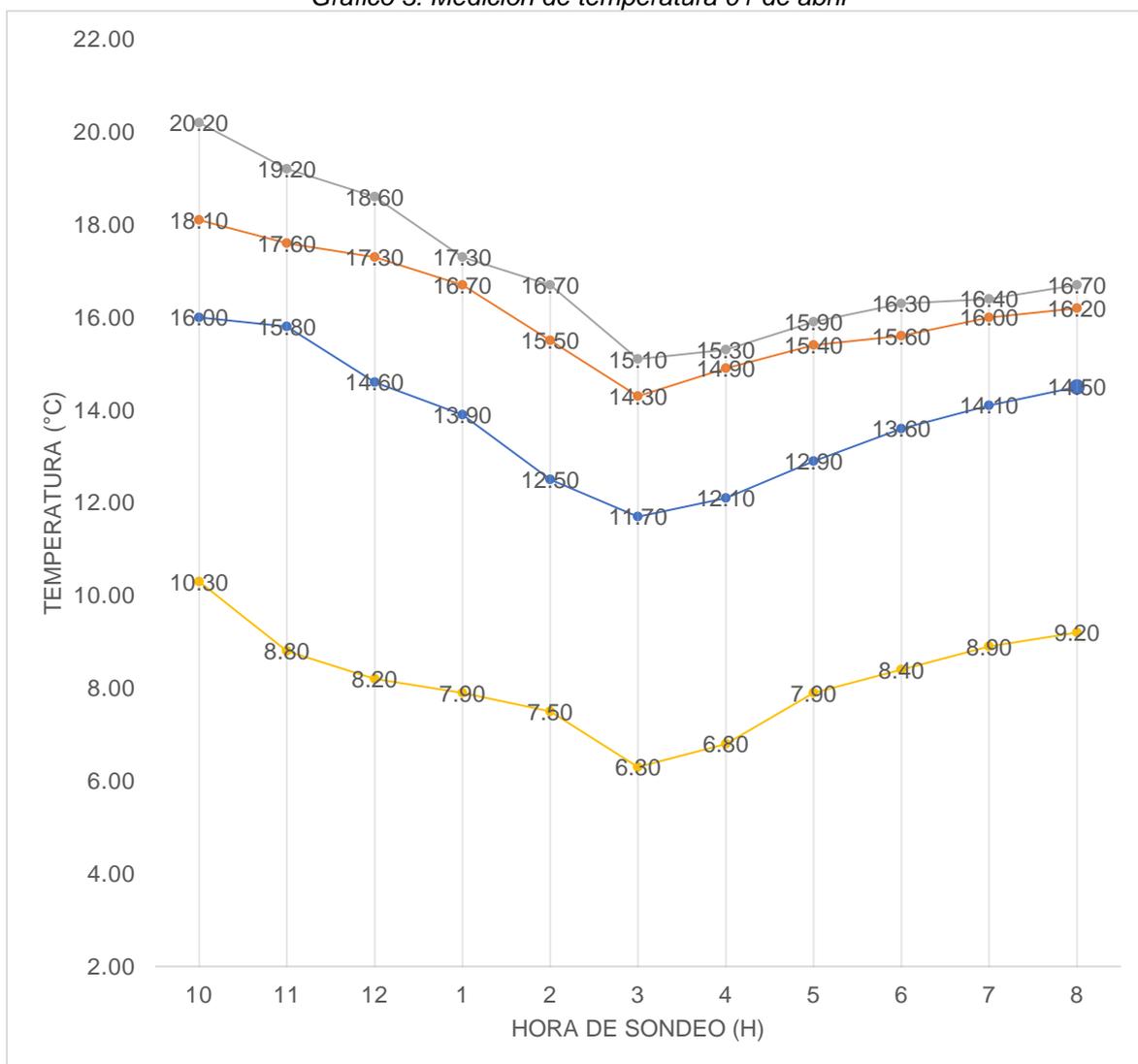
HORA	DESCRIPCION	ADOBE TRADICIONAL	ADOBE CON 0.5% CORCHO	ADOBE CON 1.0% CORCHO	CONDICION CLIMATICA	
		Temperatura °C				
10:00 p. m.	Temp Interior	16.00	18.10	20.20	DIA: Soleado	
	Temp. Exterior	10.30				
11:00 p. m.	Temp Interior	15.80	17.60	19.20		
	Temp. Exterior	8.80				
12:00 m.	Temp Interior	14.60	17.30	18.60		
	Temp. Exterior	8.20				
1:00 a. m.	Temp Interior	13.90	16.70	17.30		TARDE: Soleado
	Temp. Exterior	7.90				
2:00 a. m.	Temp Interior	12.50	15.50	16.70		
	Temp. Exterior	7.50				
3:00 a. m.	Temp Interior	11.70	14.30	15.10		
	Temp. Exterior	6.30				
4:00 a. m.	Temp Interior	12.10	14.90	15.30	NOCHE: Despejado	
	Temp. Exterior	6.80				
5:00 a. m.	Temp Interior	12.90	15.40	15.90		
	Temp. Exterior	7.90				
6:00 a. m.	Temp Interior	13.60	15.60	16.30		
	Temp. Exterior	8.40				
7:00 a. m.	Temp Interior	14.10	16.00	16.40		
	Temp. Exterior	8.90				
8:00 a. m.	Temp Interior	14.50	16.20	16.70		
	Temp. Exterior	9.20				

Fuente: elaboración propia

En la tabla 19 se observa los resultados de la medición de temperatura del día 01 de abril, donde la temperatura exterior mínima es 6.30°C a las 3:00am, en la vivienda elaborado con una incorporación 1.0% de corcho la temperatura interior es 15.10 °C donde la diferencia con la vivienda construida con adobe común es 3.40 °C.

La condición climática fue soleada de día y despejado de noche.

Gráfico 3: Medición de temperatura 01 de abril



Fuente: elaboración propia

En el gráfico 3 observamos la variación de temperatura de la vivienda tradicional la cual es menor a comparación de las viviendas construidas con incorporación del corcho; donde la temperatura interior a las 2:00 am baja y a las 5:00 am sube por la salida del sol.

También se contempla que la temperatura interna de la vivienda tradicional con la vivienda con incorporación de 1.0% existe una diferencia.

**Tabla 20.** Datos obtenidos del día 02 de abril

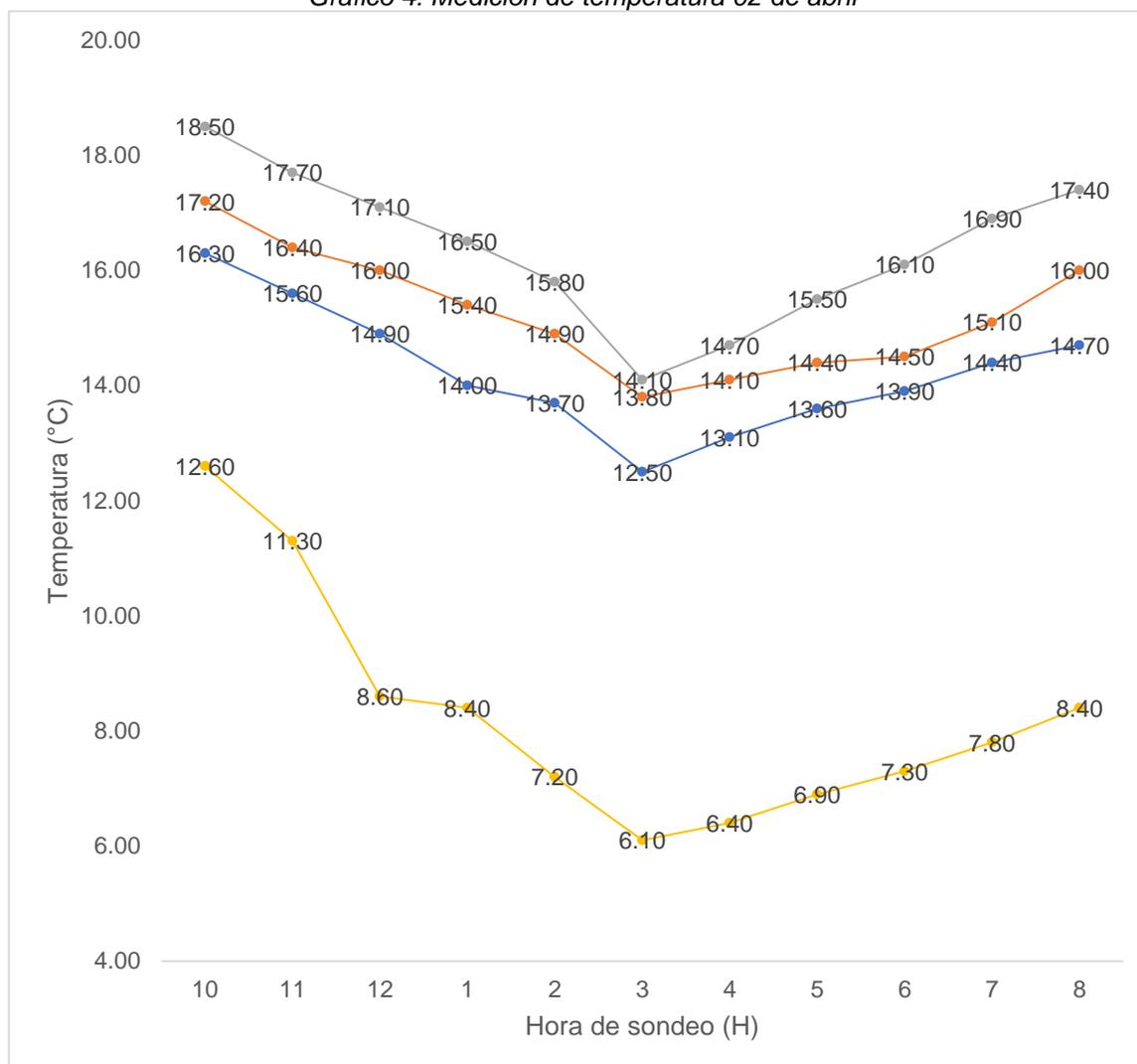
HORA	DESCRIPCIÓN	ADOBE TRADICIONAL	ADOBE CON 0.5% CORCHO	ADOBE CON 1.0% CORCHO	CONDICIÓN CLIMÁTICA	
		Temperatura °C				
10:00 p. m.	Temp Interior	16.30	17.20	18.50	DIA: Soleado	
	Temp. Exterior	12.60				
11:00p. m.	Temp Interior	15.60	16.40	17.70		
	Temp. Exterior	11.30				
12:00 m.	Temp Interior	14.90	16.00	17.10		
	Temp. Exterior	8.60				
1:00 a. m.	Temp Interior	14.00	15.40	16.50		TARDE: Soleado
	Temp. Exterior	8.40				
2:00 a. m.	Temp Interior	13.70	14.90	15.80		
	Temp. Exterior	7.20				
3:00 a. m.	Temp Interior	12.50	13.80	14.10		
	Temp. Exterior	6.10				
4:00 a. m.	Temp Interior	13.10	14.10	14.70		
	Temp. Exterior	6.40				
5:00 a. m.	Temp Interior	13.60	14.40	15.50	NOCHE: Despejado	
	Temp. Exterior	6.90				
6:00 a. m.	Temp Interior	13.90	14.50	16.10		
	Temp. Exterior	7.30				
7:00 a. m.	Temp Interior	14.40	15.10	16.90		
	Temp. Exterior	7.80				
8:00 a. m.	Temp Interior	14.70	16.00	17.40		
	Temp. Exterior	8.40				

Fuente: elaboración propia

En la tabla 20 se observa los resultados de la medición de temperatura del día 02 de abril, donde la temperatura exterior mínima es 6.10°C a las 3:00am, en la vivienda elaborado con una incorporación 1.0% de corcho la temperatura interior es 14.10 °C donde la diferencia con la vivienda construida con adobe común es 1.60 °C.

La condición climática fue soleada de día y despejado de noche.

Gráfico 4: Medición de temperatura 02 de abril



Fuente: elaboración propia

En el gráfico 4 observamos la variación de temperatura de la vivienda tradicional la cual es menor a comparación de las viviendas construidas con incorporación del corcho; donde la temperatura interior a la 1:00 am baja y a las 5:00 am sube por la salida del sol.

También se contempla que la temperatura interna de la vivienda tradicional con la vivienda con incorporación de 1.0% existe una diferencia.

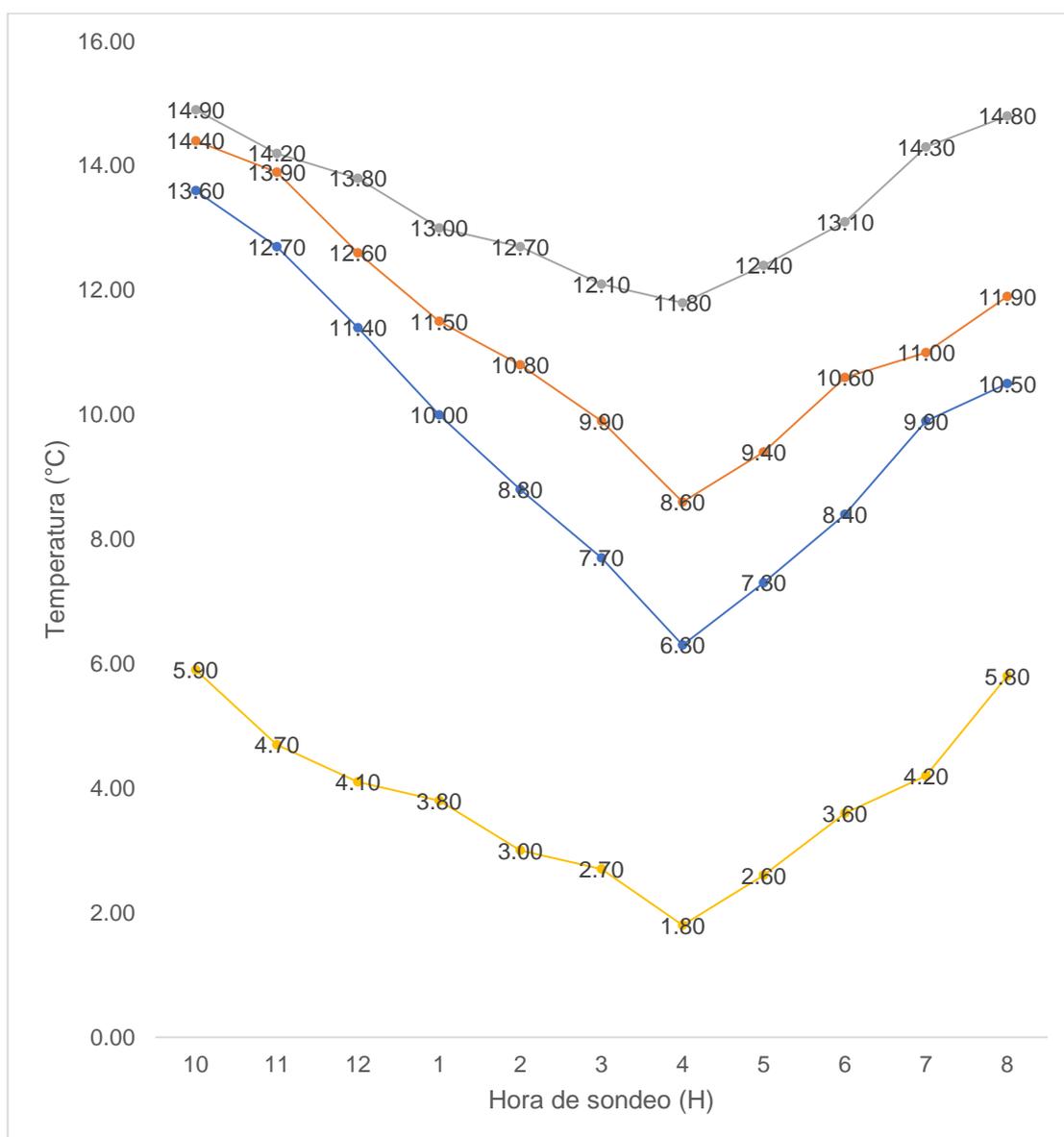
**Tabla 21.** Datos obtenidos del día 03 de abril

HORA	DESCRIPCIÓN	ADOBE TRADICIONAL	ADOBE CON 0.5% CORCHO	ADOBE CON 1.0% CORCHO	CONDICIÓN CLIMÁTICA
		Temperatura °C			
10:00 p. m.	Temp Interior	13.60	14.40	14.90	DIA: Nublado
	Temp. Exterior	5.90			
11:00 p. m.	Temp Interior	12.70	13.90	14.20	
	Temp. Exterior	4.70			
12:00 m.	Temp Interior	11.40	12.60	13.80	
	Temp. Exterior	4.10			
1:00 a. m.	Temp Interior	10.00	11.50	13.00	
	Temp. Exterior	3.80			
2:00 a. m.	Temp Interior	8.80	10.80	12.70	TARDE: Lluvioso
	Temp. Exterior	3.00			
3:00 a. m.	Temp Interior	7.70	9.90	12.10	
	Temp. Exterior	2.70			
4:00 a. m.	Temp Interior	6.30	8.60	11.80	
	Temp. Exterior	1.80			
5:00 a. m.	Temp Interior	7.30	9.40	12.40	NOCHE: Lluvioso
	Temp. Exterior	2.60			
6:00 a. m.	Temp Interior	8.40	10.60	13.10	
	Temp. Exterior	3.60			
7:00 a. m.	Temp Interior	9.90	11.00	14.30	
	Temp. Exterior	4.20			
8:00 a. m.	Temp Interior	10.50	11.90	14.80	
	Temp. Exterior	5.80			

Fuente: elaboración propia

En la tabla 21 se observa el resultado registrado el 03 de abril donde la temperatura exterior mínima fue 1.80 °C a las 4:00am; y que en la vivienda construida con 1.0% de corcho la temperatura interior es de 11.80 °C; donde la diferencia con la vivienda elaborada con adobe común es 5.50 °C. La condición climática en la mañana es nublada y de día como de noche es lluvioso.

Gráfico 5: Medición de temperatura 03 de abril



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 5 se evidencia la variación de temperatura interior en la vivienda tradicional es menor a comparación de las viviendas que fueron construidas con incorporación de corcho en el adobe; donde la temperatura interior a la 1:00 am desciende y a las 5:00am asciende por la salida del sol.

Donde también se observa que a más incorporación de corcho mejora el confort térmico.

**Tabla 22.** Datos obtenidos del día 14 de abril

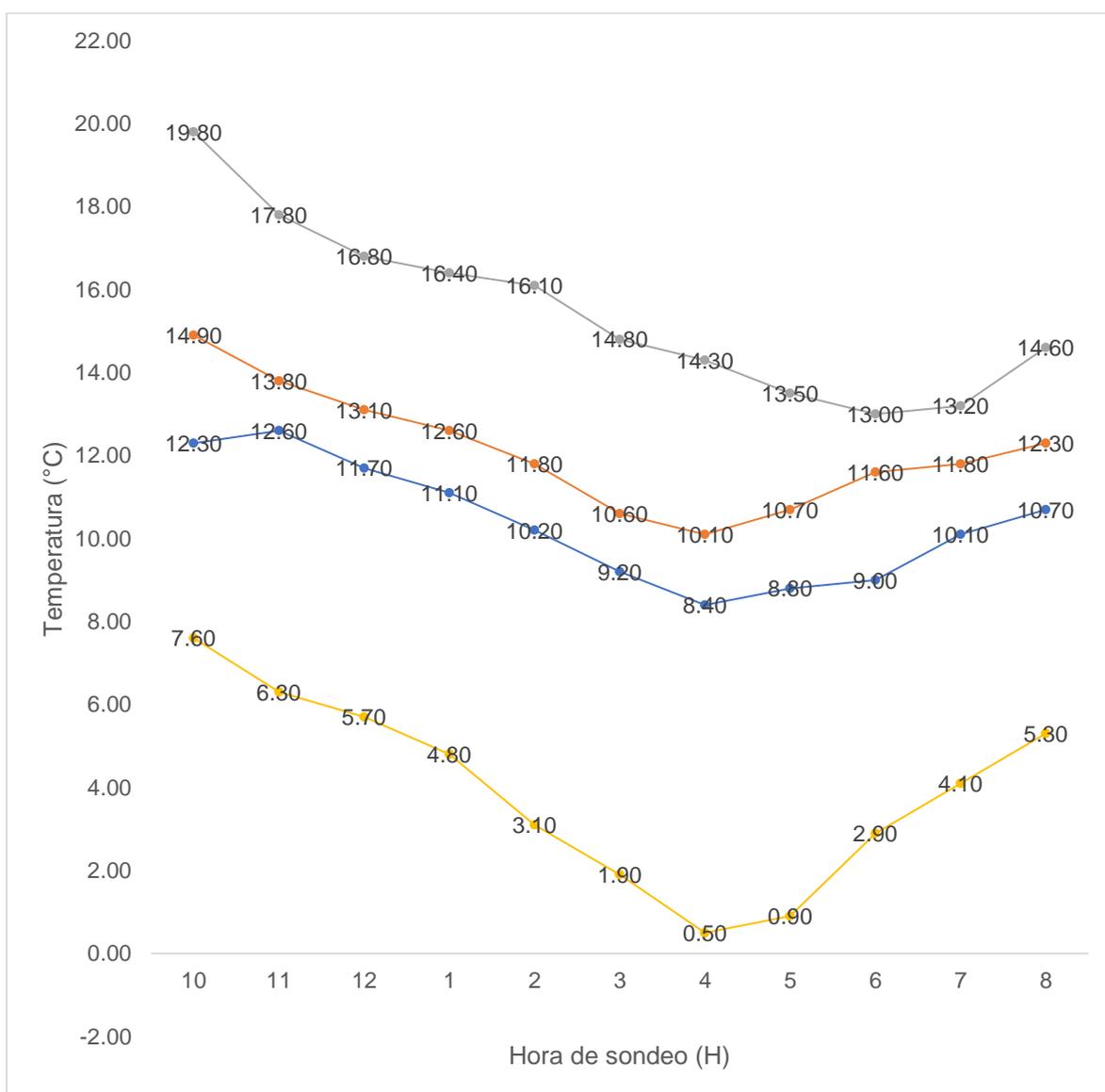
HORA	DESCRIPCIÓN	ADOBE TRADICIONAL	ADOBE CON 0.5% CORCHO	ADOBE CON 1.0% CORCHO	CONDICIÓN CLIMÁTICA	
		Temperatura °C				
10:00 p. m.	Temp Interior	12.30	14.90	19.80	DIA: Soleado	
	Temp. Exterior	7.60				
11:00 p. m.	Temp Interior	12.60	13.80	17.80		
	Temp. Exterior	6.30				
12:00 m.	Temp Interior	11.70	13.10	16.80		
	Temp. Exterior	5.70				
1:00 a. m.	Temp Interior	11.10	12.60	16.40		TARDE: Soleado
	Temp. Exterior	4.80				
2:00 a. m.	Temp Interior	10.20	11.80	16.10		
	Temp. Exterior	3.10				
3:00 a. m.	Temp Interior	9.20	10.60	14.80		
	Temp. Exterior	1.90				
4:00 a. m.	Temp Interior	8.40	10.10	14.30		
	Temp. Exterior	0.50				
5:00 a. m.	Temp Interior	8.80	10.70	13.50	NOCHE: Despejado	
	Temp. Exterior	0.90				
6:00 a. m.	Temp Interior	9.00	11.60	13.00		
	Temp. Exterior	2.90				
7:00 a. m.	Temp Interior	10.10	11.80	13.20		
	Temp. Exterior	4.10				
8:00 a. m.	Temp Interior	10.70	12.30	14.60		
	Temp. Exterior	5.30				

Fuente: elaboración propia

En la tabla 22 se observa los resultados de la medición de temperatura del día 14 de abril, donde la temperatura exterior mínima es 0.50°C a las 4:00am, en la vivienda elaborado con una incorporación 1.0% de corcho la temperatura interior es 14.30 °C donde la diferencia con la vivienda construida con adobe común es 5.90 °C.

La condición climática fue soleada de día y despejado de noche con helada en la madrugada.

Gráfico 6: Medición de temperatura 14 de abril



Fuente: elaboración propia

En el gráfico 6 observamos la variación de temperatura de la vivienda tradicional la cual es menor a comparación de las viviendas construidas con incorporación del corcho; donde la temperatura interior a las 12:00 am baja y a las 6:00 am sube por la salida del sol.

También se contempla que la temperatura interna de la vivienda tradicional con la vivienda con incorporación de 1.0% existe una diferencia; a más incorporación de corcho aumenta el confort térmico.

**Tabla 23.** Datos obtenidos del día 15 de abril

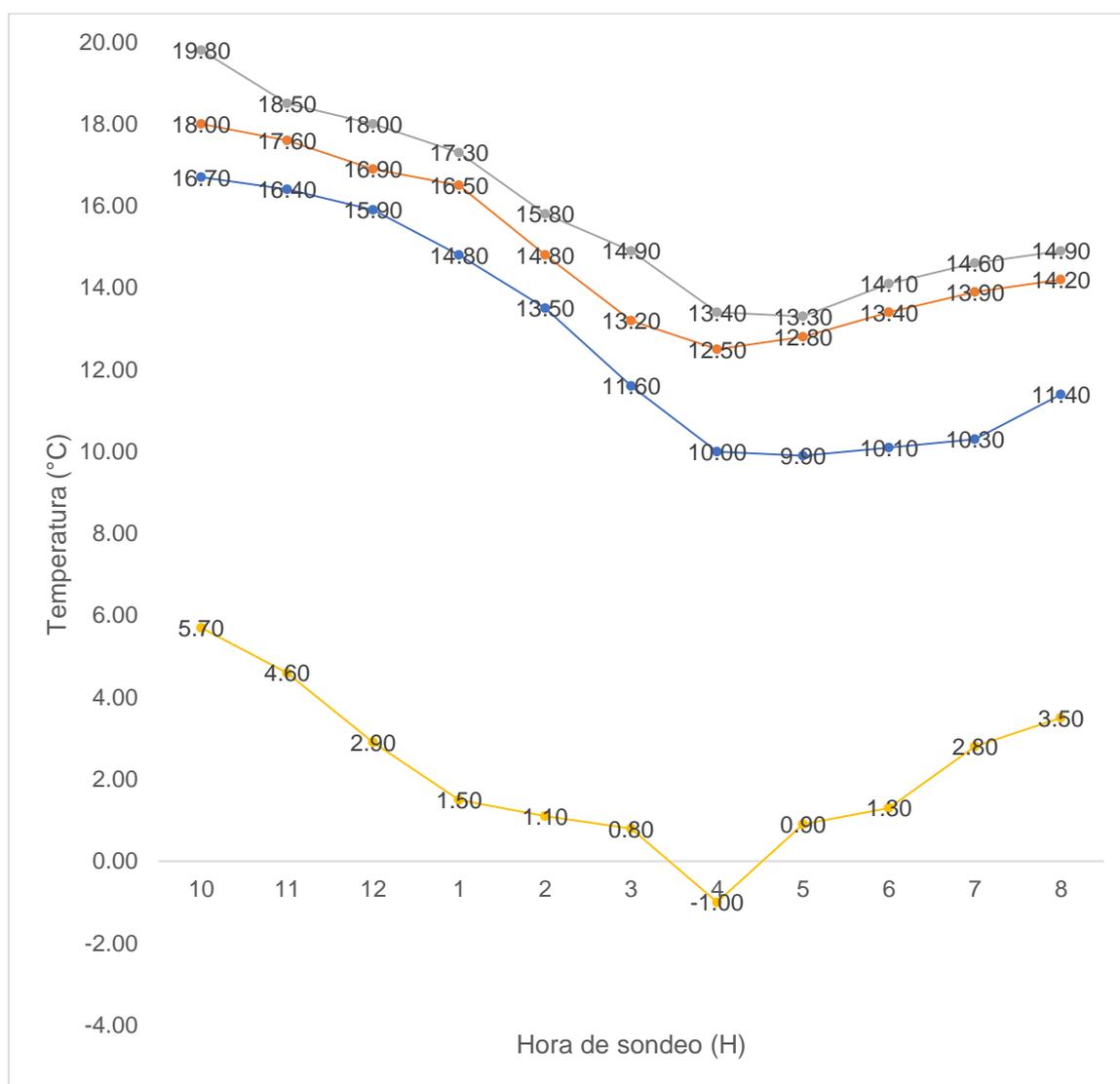
HORA	DESCRIPCIÓN	ADOBE TRADICIONAL	ADOBE CON 0.5% CORCHO	ADOBE CON 1.0% CORCHO	CONDICIÓN CLIMÁTICA
		Temperatura °C			
10:00 p. m.	Temp Interior	16.70	18.00	19.80	DÍA: Soleado
	Temp. Exterior	5.70			
11:00 p. m.	Temp Interior	16.40	17.60	18.50	
	Temp. Exterior	4.60			
12:00 m.	Temp Interior	15.90	16.90	18.00	
	Temp. Exterior	2.90			
1:00 a. m.	Temp Interior	14.80	16.50	17.30	TARDE: Soleado
	Temp. Exterior	1.50			
2:00 a. m.	Temp Interior	13.50	14.80	15.80	
	Temp. Exterior	1.10			
3:00 a. m.	Temp Interior	11.60	13.20	14.90	
	Temp. Exterior	0.80			
4:00 a. m.	Temp Interior	10.00	12.50	13.40	
	Temp. Exterior	-1.00			
5:00 a. m.	Temp Interior	9.90	12.80	13.30	NOCHE: Despejado
	Temp. Exterior	0.90			
6:00 a. m.	Temp Interior	10.10	13.40	14.10	
	Temp. Exterior	1.30			
7:00 a. m.	Temp Interior	10.30	13.90	14.60	
	Temp. Exterior	2.80			
8:00 a. m.	Temp Interior	11.40	14.20	14.90	
	Temp. Exterior	3.50			

Fuente: elaboración propia

En la tabla 23 se observa los resultados de la medición de temperatura del día 15 de abril, donde la temperatura exterior mínima es  $-1.00^{\circ}\text{C}$  a las 4:00am, en la vivienda elaborado con una incorporación 1.0% de corcho la temperatura interior es  $13.40^{\circ}\text{C}$  donde la diferencia con la vivienda construida con adobe común es  $3.40^{\circ}\text{C}$ .

La condición climática fue soleada de día y despejado de noche con helada en la madrugada.

Gráfico 7: Medición de temperatura 15 de abril



Fuente: elaboración propia

En el gráfico 7 observamos la variación de temperatura de la vivienda tradicional la cual es menor a comparación de las viviendas construidas con incorporación del corcho; donde la temperatura interior a las 12:00 pm baja y a las 6:00 am sube por la salida del sol.

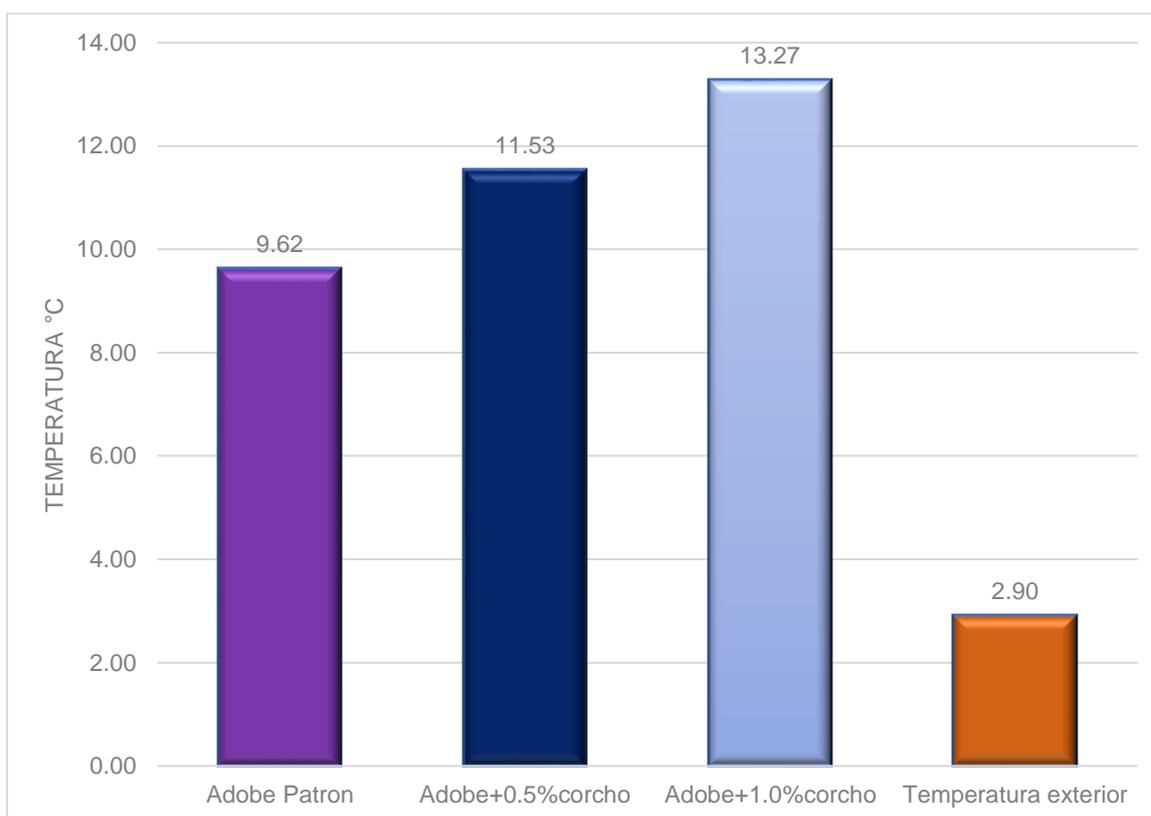
También se contempla que la temperatura mínima externa es -1.00 °C el cual indica helada en la madrugada; pero en la vivienda con incorporación de 1.0% la temperatura es de 13.40 °C manteniendo así el confort térmico.

**Tabla 24.** *Temperatura media mínima interior y exterior*

Muestra	Adobe Patrón	Adobe+0.5% corcho	Adobe+1.0% corcho	
Fecha	Temperatura interior mínima			Temperatura exterior
31 de marzo	8.80	9.90	10.90	3.70
01 de abril	11.70	14.30	15.10	6.30
02 de abril	12.50	13.80	14.10	6.10
03 de abril	6.30	8.60	11.80	1.80
14 de abril	8.40	10.10	14.30	0.50
15 de abril	10.00	12.50	13.40	-1.00
<b>Media</b>	9.62	11.53	13.27	2.90

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 8:** *Temperatura media mínima*



Fuente: elaboración propia

En el gráfico 8 se observa la comparación que se realizó de la temperatura media mínima interior de las viviendas y la temperatura exterior, donde se evidencia que la incorporación del corcho en la elaboración del adobe favorece al confort térmico en las viviendas.

### g) Ensayo de permeabilidad

**Tabla 25.** *Ensayo de permeabilidad AT*

ADOBE TRADICIONAL							
Muestra	Longitud de probeta (cm)	Área de tubería de carga (cm <sup>2</sup> )	Tiempo de transición (s)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Altura de carga (cm)	Coefficiente K (cm/s)	Coefficiente K (m/s)
M-1	20.00	78.54	52006	78.54	29	12950*10 <sup>-3</sup>	12950*10 <sup>-5</sup>
M-2	20.00	78.54	52012	78.54	29	12948*10 <sup>-3</sup>	12948*10 <sup>-5</sup>
M-3	20.00	78.54	52008	78.54	29	12949*10 <sup>-3</sup>	12949*10 <sup>-5</sup>
Desviación estándar						0.000000076	0.000000001
Promedio						0.0012949	0.0000129
Coeficiente de permeabilidad						0.0012948	0.0000129
Coeficiente de variación						0.0058740	0.0058740
Rango de variación						0.01154	0.01154

Fuente: elaboración propia

En la tabla 25 se puede observar los resultados obtenidos en el respectivo ensayo de laboratorio donde evidencia que el coeficiente de permeabilidad en la muestra patrón es  $K=0.0012948$  cm/s.

**Tabla 26.** *Ensayo de permeabilidad A+0.5%corcho*

ADOBE CON INCORPORACIÓN DE 0.5% DE CORCHO							
Muestra	Longitud de probeta (cm)	Área de tubería de carga (cm <sup>2</sup> )	Tiempo de transición (s)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Altura de carga (cm)	Coefficiente K (cm/s)	Coefficiente K (m/s)
M-1	20.00	78.54	52045	78.54	29	12940*10 <sup>-3</sup>	12940*10 <sup>-5</sup>
M-2	20.00	78.54	52052	78.54	29	12938*10 <sup>-3</sup>	12938*10 <sup>-5</sup>
M-3	20.00	78.54	52042	78.54	29	12941*10 <sup>-3</sup>	12941*10 <sup>-5</sup>
Desviación estándar						0.000000128	0.000000001
Promedio						0.0012940	0.0000129
Coeficiente de permeabilidad						0.0012938	0.0000129
Coeficiente de variación						0.0098593	0.0098593
Rango de variación						0.01921	0.01921

Fuente: elaboración propia

En la tabla 26 se observan los resultados obtenidos en la respectiva prueba de laboratorio donde evidencia que el coeficiente de permeabilidad en la muestra con incorporación de 0.50% de corcho es  $K=0.0012938$  cm/s.

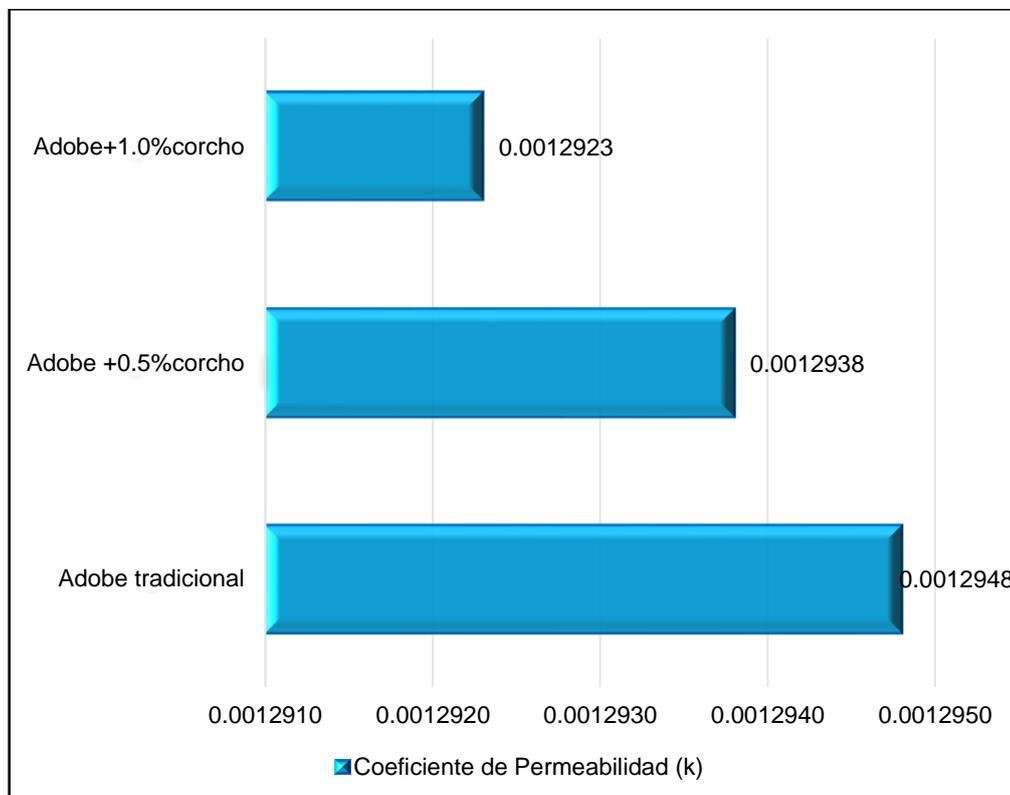
**Tabla 27.** *Ensayo de permeabilidad A+1.0%corcho*

ADOBE CON INCORPORACIÓN DE 1.0% DE CORCHO							
Muestra	Longitud de probeta (cm)	Área de tubería de carga (cm <sup>2</sup> )	Tiempo de transición (s)	Área de la muestra (cm <sup>2</sup> )	Altura de carga (cm)	Coefficiente k (cm/s)	Coefficiente k (m/s)
M-1	20.00	78.54	52112	78.54	29	12923*10 <sup>-3</sup>	12923*10 <sup>-5</sup>
M-2	20.00	78.54	52098	78.54	29	12927*10 <sup>-3</sup>	12927*10 <sup>-5</sup>
M-3	20.00	78.54	52110	78.54	29	12924*10 <sup>-3</sup>	12924*10 <sup>-5</sup>
Desviación estándar						0.000000188	0.000000002
Promedio						0.0012925	0.0000129
Coefficiente de permeabilidad						0.0012923	0.0000129
Coefficiente de variación						0.0145330	0.0145330
Rango de variación						0.02687	0.02687

Fuente: elaboración propia

En la tabla 27 se puede observar los datos obtenidos en el respectivo ensayo de laboratorio donde evidencia que el coeficiente de permeabilidad en la muestra con incorporación de 1.00% de corcho es  $K=0.0012923$  cm/s.

*Gráfico 9. Resumen de ensayo de permeabilidad*



Fuente: elaboración propia

En el grafico 9 se observa la comparación de resultados obtenidos sobre la permeabilidad; donde se evidencia que la muestra patrón tiene un coeficiente de permeabilidad alta a comparación de las muestras con incorporación de corcho, el cual tiene una diferencia de 0.0000025 entre la muestra patrón y la muestra con incorporación de 1.0% de corcho por lo tanto se dirá que entre más adición el coeficiente de permeabilidad disminuye.

#### **4.5 Contratación de hipótesis**

##### **a) Formulación de hipótesis**

Para Garcia (2001), contratación de hipótesis es equiparar las predicciones con la realidad, estas se formulan de acuerdo a la razón y experiencia.

H<sub>0</sub>: hipótesis emitida o hipótesis nula suposición que se emplea para negar o afirmar la hipótesis del investigador.

H<sub>1</sub>: hipótesis alternativa es la que es formulada en la investigación, lo que desea probar.

##### **b) Nivel de significancia**

Según Supo (2014), el nivel de significancia equivale a la dimensión de error que uno está dispuesto a correr al momento de negar una hipótesis nula, que en realidad es verdadera. El valor convencional utilizado para los estudios es de 0.05 cuando el investigador tiene un 95% de confianza.

##### **c) Estadística de prueba**

Según Supo (2014) nos indica que la prueba estadística sea la más apropiada para el diseño de la investigación, por ello es importante su adecuada selección y uso.

##### **d) Concepto de p-valor**

Según Supo (2014), es una magnitud de error que se obtiene al realizar una prueba estadística con t de student; es indispensable para aceptar o rechazar la hipótesis nula; donde si el resultado de p-valor es menor con respecto al nivel de significancia, entonces la hipótesis alternativa será aceptada.

### e) Toma de decisión

Según Supo (2014), se toma la decisión de cuál de las hipótesis planteadas es la correcta.

Si  $p\text{-valor} \geq \alpha$  aceptamos la  $H_0$

Si  $p\text{-valor} < \alpha$  aceptamos la  $H_1$

#### 4.5.1 Contrastación de hipótesis específica 1

**Paso 1:** Las hipótesis planteadas son las siguientes

Se requiere probar la confiabilidad para concluir si la incorporación de corcho mejora la resistencia a compresión de los adobes.

$H_0$ :  $X_E > X_C$  Al incorporar el corcho NO ELEVA la resistencia a compresión del adobe.

$H_1$ :  $X_E < X_C$  Al incorporar el corcho ELEVA la resistencia a compresión del adobe.

**Paso 2:** Significancia

El valor de significancia que se asumió es de  $\alpha=0.05$  (5%)

**Paso 3:** Punto crítico

El cálculo de punto crítico se realizó mediante la tabla t de student (anexo 8)

Grado de libertad:  $g_L=n-1$ ;  $g_L=3$

Valor de significancia:  $\alpha=0.05$

Valor de confiabilidad:  $\gamma =0.95$

Punto crítico:  $t=2.35$

**Paso 4:** Estadístico de prueba

Se utilizó el t de student para muestras  $n \leq 30$

Para realizar el cálculo se tomaron los resultados de la muestra patrón y la muestra con incorporación de 0.5% y 1.0% de corcho ya que son muestras relacionadas de un antes y un después como se observa en la tabla 28, esto para aceptar o negar la hipótesis nula.

**Tabla 28.** Datos estadísticos

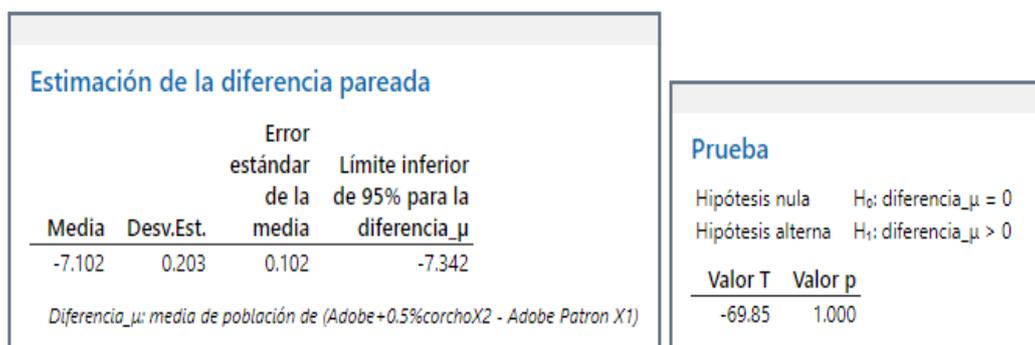
Muestra	Adobe Patrón	Adobe+0.5% corcho	Adobe+1.0% corcho
M-1	35.49	28.09	25.29
M-2	35.08	28.14	26.54
M-3	34.87	27.84	24.78
M-4	35.00	27.96	25.31
Media	35.11	28.01	25.53
$\sigma$	0.26771	0.13500	0.74802
f'b	35.10	28.01	25.50

Fuente: elaboración propia

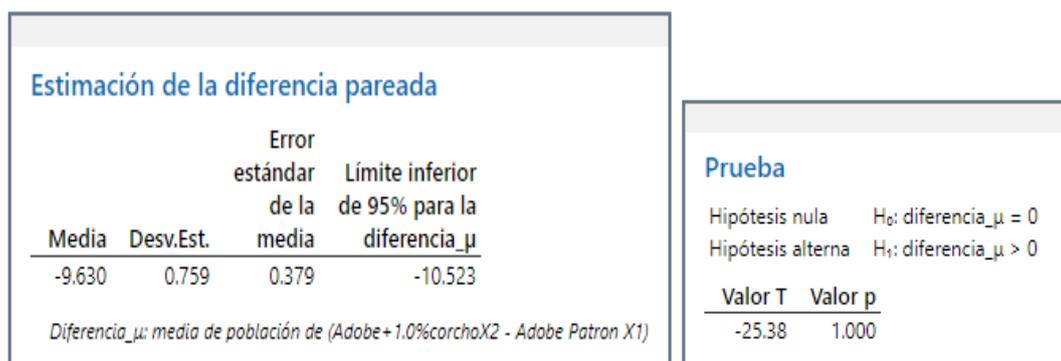
**Tabla 29.** Cálculos estadísticos básicos en Excel

Adobe	Desviación estándar	T calculado	T tabla	p-valor
Incorporación de 0.5%corcho	0.203367	-69.848925	2.35	0.999997
Incorporación de 1.0%corcho	3.015583	-25.37581	2.35	0.999933

Fuente: elaboración propia



**Figura 28.** Minitab Resistencia-Calculo de t y valor p de adobe+0.5%corcho  
Fuente: elaboración propia



**Figura 29.** Minitab Resistencia-Calculo de t y valor p de adobe+1.0%corcho  
Fuente: elaboración propia

**Paso 5: Interpretación del P-valor**

Se obtuvo el p-valor mediante la aplicación de Excel como se muestra en la tabla 29 y en Minitab (figura 28,29) con este resultado se decidió en aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Adobe con incorporación de 0.50% de corcho:

$1.0000 < 0.05 \rightarrow$  Aceptamos la  $H_0$

Adobe con incorporación de 1.00% de corcho:

$1.0000 < 0.05 \rightarrow$  Aceptamos la  $H_0$

**Paso 6: Toma de decisión**

Se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis del investigador, por lo tanto, se dirá que “la incorporación de corcho en el adobe no eleva la resistencia a compresión de las unidades”.

**4.5.2 Contrastación de hipótesis específica 2**

**Paso 1: Las hipótesis planteadas son las siguientes**

Se requiere probar la confiabilidad, para determinar si la incorporación del corcho modifica el aislamiento térmico del adobe.

$H_0: X_E > X_C$  La incorporación de corcho NO MODIFICA el aislamiento térmico del adobe.

$H_1: X_E < X_C$  La incorporación de corcho MODIFICA el aislamiento térmico del adobe.

**Paso 2: Significancia**

El valor de significancia que se asumió es de  $\alpha=0.05$  (5%)

**Paso 3: Punto crítico**

El cálculo de punto crítico se realizó mediante la tabla t de student (anexo 8)

Grado de libertad:  $g_L=n-1$ ;  $g_L=5$

Valor de significancia:  $\alpha=0.05$

Valor de confiabilidad:  $\gamma =0.95$

Punto crítico:  $t=2.02$

**Paso 4: Estadístico de prueba**

Se utilizo el t de student para muestras  $n \leq 30$ .

Para realizar el calculo se tomara los resultados de la muestra patron y la muestra con incorporacion de 0.5% y 1.0% de corcho ya que son muestras relacionadas o dependientes de un antes y un despues como se observa en la tabla 30, esto para aceptar o negar la hipotesis nula.

**Tabla 30. Datos estadísticos**

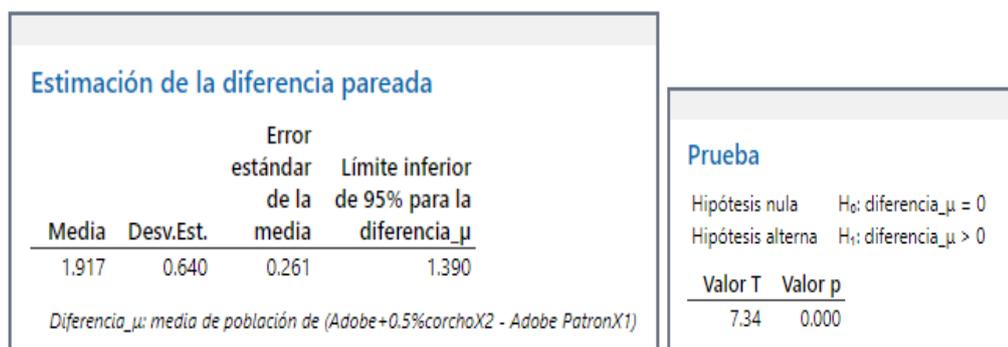
Muestra	Adobe patrón	Adobe+0.5% corcho	Adobe+1.0% corcho
Fecha	Temperatura interior mínima		
31 de marzo	8.80	9.90	10.90
01 de abril	11.70	14.30	15.10
02 de abril	12.50	13.80	14.10
03 de abril	6.30	8.60	11.80
14 de abril	8.40	10.10	14.30
15 de abril	10.00	12.50	13.40

Fuente: elaboracion propia

**Tabla 31. Cálculos estadísticos básicos en Excel**

Adobe	Desviación estándar	T calculado	T tabla	p-valor
Incorporación de 0.5% corcho	0.640052	7.335115	2.02	0.000369
Incorporación de 1.0% corcho	1.74442	5.125279	2.02	0.00719

Fuente: elaboración propia



**Figura 30. Minitab Temperatura-Calculo de t y p-valor del adobe+0.5%corcho**  
Fuente: elaboración propia

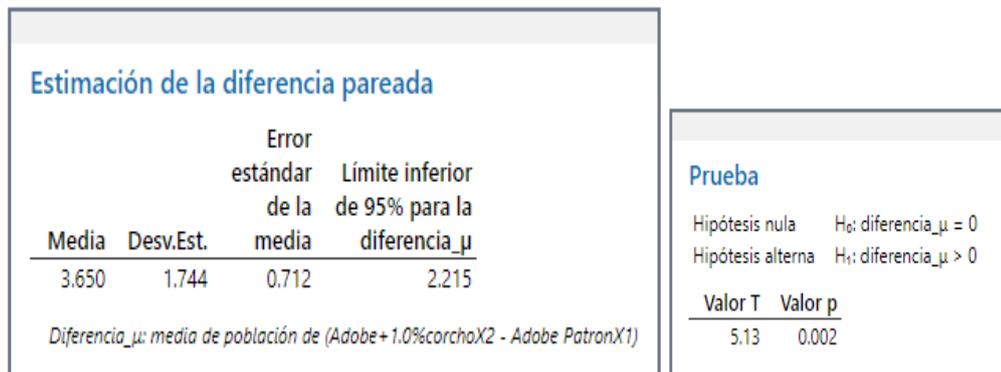


Figura 31. Minitab Temperatura-Calculo de t y p-valor del adobe+1.0%corcho  
Fuente: elaboración propia

### Paso 5: Interpretación del P-valor

Se calculo el p-valor mediante Excel como se muestra en la tabla 31 y se corroboro en Minitab cuyos valores obtenidos se observan en la figura 30,31 con este resultado se decidió en aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Adobe con incorporación de 0.50% de corcho:

$0.0004 < 0.05 \rightarrow$  Rechazamos la H<sub>0</sub>

Adobe con incorporación de 1.00% de corcho:

$0.0072 < 0.05 \rightarrow$  Rechazamos la H<sub>0</sub>

### Paso 6: Toma de decisión

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, por lo tanto, se dirá que “la incorporación de corcho modifica el aislante térmico en el adobe”.

## 4.5.3 Contrastación de hipótesis específica 3

### Paso 1: Las hipótesis planteadas son las siguientes

Se requiere probar la confiabilidad, para determinar si la incorporación del corcho disminuye la permeabilidad de la mampostería adobe.

H<sub>0</sub>:  $X_E > X_C$  La incorporación de corcho DISMINUYE la permeabilidad del adobe.

H<sub>1</sub>:  $X_E < X_C$  La incorporación de corcho NO DISMINUYE la permeabilidad del adobe.

### **Paso 2: Significancia**

El valor de significancia que se asumió es de  $\alpha=0.05$  (5%)

### **Paso 3: Punto crítico**

El cálculo de punto crítico se realizó mediante la tabla t de student (anexo 8)

Grado de libertad:  $gL=n-1$ ;  $gL=2$

Valor de significancia:  $\alpha=0.05$

Valor de confiabilidad:  $\gamma =0.95$

Punto crítico:  $t=2.92$

### **Paso 4: Estadístico de prueba**

Se utilizo el t de student para muestras  $n \leq 30$ .

Para realizar el calculo se tomara los resultados de la muestra patron y la muestra con incorporacion de 0.5% y 1.0% de corcho ya que son muestras relacionadas o dependientes de un antes y un despues como se observa en la tabla 32, esto para aceptar o negar la hipotesis nula.

**Tabla 32.** *Datos estadísticos*

<b>Muestra</b>	<b>Adobe patrón</b>	<b>Adobe+0.5% corcho</b>	<b>Adobe+1.0% corcho</b>
M-1	0.000012950	0.000012940	0.000012923
M-2	0.000012948	0.000012938	0.000012927
M-3	0.000012949	0.000012941	0.000012924

Fuente: elaboración propia

**Tabla 33.** *Calculados estadísticos en Excel*

<b>Adobe</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>T<sub>calculado</sub></b>	<b>T<sub>tabla</sub></b>	<b>p-valor</b>
Incorporación de 0.5% corcho	0.0000000012	-14.000000	2.92	0.997468
Incorporación de 1.0% corcho	0.0000000031	-13.795703	2.92	0.997393

Fuente: elaboración propia

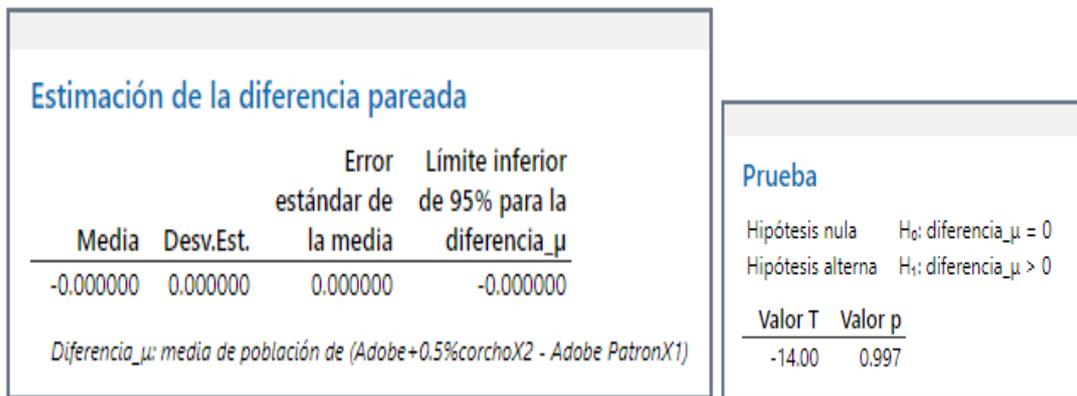


Figura 32. Minitab Permeabilidad-Calculo de t y p-valor del adobe+0.5%corcho  
Fuente: elaboración propia

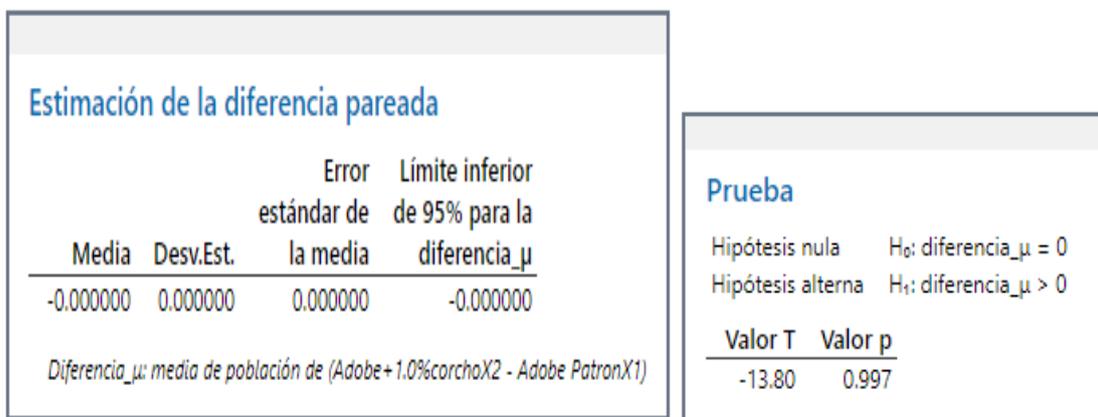


Figura 33. Minitab Permeabilidad-Calculo de t y p-valor del adobe+1.0%corcho  
Fuente: elaboración propia

**Paso 5: Interpretación del P-valor**

Se calculo el p-valor mediante Excel como se muestra en la tabla 33 y se corroboro en Minitab cuyos valores obtenidos se observan en la figura 32,33 con este resultado se decidió en aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Adobe con incorporación de 0.50% de corcho:

$0.997 < 0.05 \rightarrow$  Aceptamos la H<sub>0</sub>

Adobe con incorporación de 1.00% de corcho:

$0.997 < 0.05 \rightarrow$  Aceptamos la H<sub>0</sub>

**Paso 6: Toma de decisión**

Se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis del investigador, por lo tanto, se dirá que “la incorporación de corcho disminuye la permeabilidad en el adobe”.

## V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se propuso la opción de elaboración de adobe con incorporación de corcho granulado para mejorar la unidad de albañilería que es empleada en la construcción de viviendas en zonas rurales por ser un material de bajo costo. Donde esta incorporación presenta una mejora y una disminución en las propiedades del adobe.

D1: de acuerdo a los resultados obtenidos en cada ensayo de laboratorio de la resistencia a compresión se rechaza la hipótesis secundaria 1 ya que la incorporación de 0.50% y 1.00% de corcho granulado no mejora esta propiedad del adobe donde se obtuvo una disminución de 27.69% con la incorporación de 1.0% con respecto a la muestra patrón.

Los datos obtenidos se relacionan con lo que señala Zavaleta Silva (2019) quien realizó una sustitución del agregado fino con 15% y 25% de corcho reciclado obteniendo como resultado al equiparar la resistencia a compresión ensayada a los 28 días del mortero patrón, donde el experimental con 15% de sustitución disminuyó 26.15% y el experimental con 25% disminuyó un 46.20%.

D2: de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en la medición de temperatura en las viviendas construidas con diferentes incorporaciones de corcho granulado se acepta la hipótesis secundaria 2 ya que la temperatura interior de las viviendas varían con respecto a la vivienda tradicional; donde en el registro de temperatura más baja exterior de  $-1.00^{\circ}\text{C}$  la vivienda con adición de 0.50% existe una diferencia de  $2.50^{\circ}\text{C}$  a comparación de la vivienda tradicional y la vivienda con adición de 1.00% existe una diferencia de  $3.40^{\circ}\text{C}$  a comparación de la vivienda tradicional.

Los datos obtenidos se relacionan con el que señalan Alejandro y Gonzales (2021) quienes implementaron paneles de espesor 1/8 de corcho en las paredes de una vivienda para poder calcular la temperatura interna con y sin revestimiento de estos paneles. Donde obtuvieron resultados que la vivienda sin revestimiento obtuvo  $0.89^{\circ}\text{C}$  como temperatura mínima y que la vivienda con revestimiento obtuvo  $1.92^{\circ}\text{C}$  como temperatura mínima, haciendo una diferencia de  $1.03^{\circ}\text{C}$  en promedio

despues de ser colocado el panel.

D3: de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio en el ensayo de permeabilidad donde se realizaron testigos cilíndricos se acepta la hipótesis secundaria 3, se observa que la muestra con una adición de 0.5% de corcho granulado tiene  $K=0.0012938\text{cm/s}$  es menor a comparación de la muestra patrón que es  $K=0.0012948\text{cm/s}$ , evidenciando una diferencia de  $0.000001\text{cm/s}$ .

Y la muestra con una adición de 1.0% de corcho granulado  $K=0.0012923\text{cm/s}$  es mucho menor a comparación de la muestra patrón haciendo una diferencia de  $0.0000025\text{cm/s}$ .

Los datos obtenidos guardan una relación con lo señalado por Garcia (2017) quien al realizar una adición de resina y excremento en la mezcla para la elaboración del adobe pretende obtener una disminución en la permeabilidad. Donde obtuvo el resultado de que con una adición de 15% de resina y excremento si disminuye la permeabilidad ya que se presento una disminución de 21.04% con respecto al porcentaje de absorción de agua según la normativa N-CMT-2-01-001.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye, que la muestra patrón de la investigación tuvo una resistencia a compresión de  $35.10\text{kg/cm}^2$  el cual cumple con la mínima resistencia que plantea la norma E.080 que es  $10.2\text{ kg/cm}^2$ . Se concluye, según el objetivo principal planteado, que la incorporación del corcho granulado no mejora la propiedad mecánica, pero si la propiedad termoaislante del adobe.
2. Se concluye, según el objetivo secundario 1 planteado en la investigación, que la incorporación de corcho granulado en la mezcla para la elaboración del adobe no mejora la resistencia a compresión del adobe; obteniendo una resistencia de  $28.01\text{kg/cm}^2$  en el adobe con incorporación de 0.50% corcho granulado y  $25.50\text{kg/cm}^2$  en el adobe con incorporación de 1.00% corcho granulado, evidenciando claramente la disminución de las resistencias con respecto al adobe patrón que obtuvo una resistencia de  $35.11\text{ kg/cm}^2$ ; en el proceso de rotura se observó que la muestra patrón sufrió un fisura miento evidente, en la muestra con 0.5% el adobe casi conservo su forma inicial con presencia de algunas fisuras y la muestra con 1.0% se puede decir que no sufrió mucha deformación.
3. Se concluye, según el objetivo secundario 2 planteada en la investigación, la incorporación de corcho granulado en la elaboración del adobe si modifica la propiedad de aislamiento térmico. La vivienda con mejor confort térmico es la que lleva una adición de 1.0% el cual en la obtención de temperatura nocturna interior se obtuvo el resultado de  $13.40^\circ\text{C}$  mínima cuando se tiene una temperatura exterior de  $-1.00^\circ\text{C}$  a comparación de la vivienda tradicional que obtuvo una temperatura nocturna interior de  $10.00^\circ\text{C}$ .
4. Se concluye, según el objetivo secundario 3, que la incorporación de corcho granulado disminuye el coeficiente de permeabilidad del adobe, pero en un porcentaje mínimo como se pudo observar en los datos obtenidos con la incorporación de 0.5% la disminución fue de 0.077% y con 1.0% la disminución fue de 0.193% a comparación de la muestra patrón.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Para futuras investigaciones se recomienda que en el momento de la mezcla de tierra con los agregados naturales se realice una homogenización adecuada para evitar que la distribución de estos agregados sea desigual.
2. En el proceso de elaboración del adobe se recomienda que la superficie donde se moldearan los bloques sea lo más plana posible para evitar deformaciones.
3. Para las investigaciones futuras no se recomienda realizar la incorporación del corcho granulado en la mezcla; buscar otro tipo de aplicación que pueden ser los paneles en base a corcho o emplearlos en el revocado de las viviendas.
4. Se recomienda que realicen investigaciones de aislante térmico y acústico aplicando la utilización del corcho. Y para mejorar la resistencia a compresión busquen otro agregado natural.
5. Se recomienda la elaboración del adobe en la temporada donde exista ausencia de lluvias para evitar inconveniencias en su secado.

## REFERENCIAS

- ALEJANDRO, Sharon Nicole y Gonzales ,Brian Washington. Revestimiento de muros con paneles de corcho para mejorar el confort térmico de las viviendas unifamiliares de adobe en el poblado de Manchaybamba - Pacucha . Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima : 2021. <https://bit.ly/37iTzZU>.
- ASTM D 2216. Determinacion del contenido de humedad de suelo y rocas. 2007.
- ASTM D 422. Método de Ensayo Estándar para el Análisis Granulométrico. 2007.
- BARNACORK. Brnacork. [En línea] 2020. <https://bit.ly/3qLJ7g8>.
- BENITES, Beatriz y Zapata, Veronica. Adobe estabilizado con extracto de cabuya . Universidad de Piura, Piura : 2017. <https://bit.ly/3FeTD5b>
- Blondet, Marcial. Apuntes-Revista digital de arquitectura. [En línea] 2019. <https://bit.ly/3JKuxwB>.
- BOLAÑOS Rodriguez, Juan. Resistencia a compresion, flexion y absorcion del adobe compactado con adicon de goma de tuna. Universidad Privada del Norte, Cajamarca : 2016. <https://bit.ly/33sTKW7>
- BORJA SUAREZ, Manuel. Academia.pe. Academia.pe. [En línea] 2016. <https://bit.ly/33IUPPH>. 38.
- Chacharrua. Nacion Charrua Artiguista y Originaria. [En línea] 2012. <https://bit.ly/3iGMOPo>.
- CHAVEZ Atalaya, Janeth Yolanda. Propiedades fisico mecanicas del adobe compactado con incorporacion de fibras de coco. Universidad Privada del Norte, Cajamarca : 2018. <https://bit.ly/3FkrBFA>
- CHINO de la Cruz, Isabel. Propiedades mecanicas y termicas de adobes compactados. Universidad Nacional de Ingenieria, Lima : 2018. <https://bit.ly/3nF6QwH>
- CORTES Martha, Miguel Angel y Roa Laverde, Julian David. Sistema de cubierta verde a base de corcho . Universidad la Gran Colombia, Bogota : 2019. <https://bit.ly/3831VRm>
- GALLEGOS, Hector y Casabonne, Carlos. Albañileria Estructural. s.l. : Fondo editorial, 2005. Vol. Tercera edicion. 9972427544. <https://bit.ly/3nG4QEj>

- GARCIA Cebrian, Maria Jose. Instituto Nacional de Tecnologías y de Formación del Profesorado. España : s.n., 2001. <https://bit.ly/396d4B7>
- GARCIA Gomez, Itzel. Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales. Universidad Tecnología de la Mixteca, Oaxaca : 2017. <https://bit.ly/3OC6T8k>
- GARCIA Pereda Ignacio, Pesoa Marcilla Melisa. La utilización del corcho en la construcción: innovación, instituciones y aplicación en Lisboa durante la década de 1940. Lisboa : Camara Municipal de Lisboa, 2021. 2183-3176. <https://bit.ly/38PnuFm>
- GRENDROP, Paul. Diccionario de la arquitectura mesopotanea. Mexico : Editorial Trillas, 2001. pág. 238. ISBN 968-24-5662-2. <https://bit.ly/3wmVsZX>
- HERRERA Villa, Jhomayra de los Angeles. Modelamiento numerico del comportamiento sismico de viviendas de mamposteria con bloques de tierra comprimida. Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima : 2018. <https://bit.ly/3Adl9wn>
- HERRERA, Armando Rodríguez Ottiniano y María Claudia Walker. Indeci. [En línea] 2009. <https://bit.ly/3udrMND>.
- HOLGUINO Huarza, Antonio, Olivera Marocho, Luis y Escobar Copa, Katterine Ursula. Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú, Puno :Revistas de Investigaciones Altoandinas, Vol. 20. 2313-2957. 2018. <https://bit.ly/3Fw5nig>
- ICSURO. Institut Catala del Suro. [En línea] 2009. <https://bit.ly/3MNeNtC>.
- INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Instituto Nacional de Estadística e Informática. [En línea] 2019. <https://bit.ly/3nyZomF>.
- MATAS, Antonio. Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. Malaga : s.n., 2018, Scielo. 1607-4041. <https://bit.ly/3v5dnor>
- MORENO Galindo, Eliseo. Metodología de la investigación, pautas para hacer tesis. Huamanga : s.n., 2017. <https://bit.ly/3Lg4yx3>
- Ministerio de Vivienda. MVCS. [En línea] Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento, 2010. <https://bit.ly/3tBvT7m>.
- OSHIRO Panduro, Daniela Naomi Paola y Tello Armas, Janne Margreth. Diseño de concreto ligero con aplicación de nanopartículas de plástico y corcho para mejorar la resistencia de compresión, Tarapoto 2020 (Tesis de Titulación). Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto : 2020. <https://bit.ly/3KEJFuR>
- PEREZ Kenchington, Alvaro A. Evaluación de las propiedades

termoacusticas y mecanicas de un panel de aislacion en base a espuma de poliuretano, corcho y yeso carton. Universidad de Valparaiso Chile, Valparaiso : 2017. <https://bit.ly/3FhYGSi>

- PIMIENTA Lastra, Rodrigo. Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas. 13, Mexico : Política y Cultura, 2000. 0188-7742. <https://bit.ly/3L3AaFG>
- QUERO Virla, Milton. Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. Venezuela : Redalyc, 2010, Vol. Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín. 248-252. <https://bit.ly/3xRKGwX>.
- RAMIREZ Gonzales, Alberto. Posgradoune. [En línea] 2020. <https://bit.ly/3AjaZLX>.
- RAMIREZ GONZALES, Alberto. Postgradoune.edu.pe. [En línea] 2020. <https://bit.ly/3AjaZLX>.
- RATSA. Recubrimientos y aislantes termicos. [En línea] 2018. <https://bit.ly/3HwOQeV>.
- Reglamento Nacional de Edificaciones E 080. Diseño y construcción con tierra reforzada. Lima : El Peruano, 2020. <https://bit.ly/3MIIyMf>
- RODRIGUEZ Jimenez, Andres y Perez Jacinto, Alipio Omar. Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento . 82, Bogota : Revista Escuela de Administración y Negocios, 2017, Revista Escuela de Administración de Negocios. 0120-8160. <https://bit.ly/3KInUBz>
- RUIZ Bolivar, Carlos. Instrumentos y Tecnicas de Investigacion Educativa. Houston : Danaga, 2013, Vol. Tercera Edicion. <https://bit.ly/3ynBlgK>
- RUIZ Sibaja, Alejandro. Caracterizacion mecanica de piezas de adobe fabricadas en la region de Tuxtla Gutierrez. s.l. : ResearchGate, 2015. 130-154. <https://bit.ly/3ytAY4f>
- SALINAS Valdez, Erick Javier. Vivienda economica en adobe de 02 pisos. Universidad Nacional Federico Villareal, Lima : 2017. <https://bit.ly/3vJLAu1>
- SENAMHI. [En línea] 2021. <https://bit.ly/3JtbRR9>.
- SOTOMAYOR Quintana, Luis Alfonso. "El Adobe" Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes. Universidad Andres Bello, Santiago : 2018. <https://bit.ly/3LKMjRn>
- SUPO, Jose. Como probar una hipotesis-El ritual de la significacion estadística. Arequipa : Bioestadístico EIRL, 2014. 1494305925. <https://bit.ly/3wIDwyy>
- THAISIN. Mejoramiento de la tecnologia para la construcción y difusión de

la vivienda popular sismoresistente. 2015. <https://bit.ly/3uAfH5g>

- TTITO Mayhua, Grover Richard y Ttito Mayhua, Jonn Edwar. Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani - 2021 . Universidad Cesar Vallejo, Sicuani : 2021. <https://bit.ly/3Fvnuql>
- TORRES Bua, Manuel. Materiales y herramientas de uso técnico. La madera y los metales. Andalucía : Teide, 2014, Xunta de Galicia. <https://bit.ly/3nLwEqN>
- VASQUEZ Rodriguez, War Antonio. Usmp.edu.pe. [En línea] 2020. <https://bit.ly/3qwo5Sr>.
- VERDUN Virgos, Maria. Practicas innovadoras de descorte mecanizado. España : s.n., 2015. <https://bit.ly/3KBD04L>
- VILLALOBOS, Felipe. Mecanica de suelos. Chile : UCSC y Oyp, 2016. 978-956-7943-70-8. <https://bit.ly/378LSBh>
- YAHYANE, Fatima. Guía de Bioconstrucción: Materiales y técnicas constructivas sostenibles y saludables (Tesis de titulacion). Universidad Politecnica de Cartagena. Cartagena : s.n., 2019. <https://bit.ly/3FGbK4b>
- ZAVALETA Silva, Marlon Andres. Resistencia a la compresión y conductividad térmica en mortero con sustitución del agregado fino en 15% y 25% por corcho reciclado . Universidad San Pedro, Chimbote : 2019. <https://bit.ly/3EGYV9j>
-

## ANEXOS

### Anexo 1

Tabla 34. Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Cantidad optima del corcho.	El corcho está conformado por células muertas que al interior contiene un gas en un 90% parecido al aire, de ahí su ligereza y su compresibilidad. Las paredes de estas células, están conformadas principalmente por suberina y cerina, el cual hace que sea refractario, muy flexible y un elemento orgánico de difícil descomposición (BARNACORK, 2020).	Para establecer la cantidad o dosificación optima del corcho en la unidad de albañilería (adobe) será necesario realizar ensayos.	Cantidad optima	Peso (Kg)	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Propiedad mecánica y termoaislante.	(Materiales y herramientas de uso técnico. La madera y los metales, 2014) “Las propiedades mecánicas son las que describen el comportamiento de un material ante las fuerzas aplicadas sobre él, por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construido un determinado objeto”.	Para determinar las propiedades mecánicas y termoaislantes de la unidad de albañilería (adobe) se realizarán ensayos del Manual de ensayo de materiales establecido por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.	Capacidad	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón
			Energía calorífica	Temperatura (°C)	Razón

## Anexo 2

**Tabla 35.** Matriz de consistencia

TITULO: Adobe con incorporación de corcho para mejorar las propiedades mecánicas y termoaislantes en viviendas de clima gélido-Puno 2022

0

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA PRINCIPAL</b> ¿Cómo la incorporación de corcho mejoraría las propiedades mecánicas y termoaislantes del adobe en viviendas de clima gélido?	<b>OBJETIVO PRINCIPAL</b> Mejorar las propiedades mecánicas y termoaislantes del adobe por medio de la incorporación del corcho en viviendas de clima gélido.	<b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b> La Incorporación del corcho mejora las propiedades mecánicas y termoaislantes del adobe en viviendas de clima gélido.	<b>VI:</b> • Corcho  <b>VD:</b> • Propiedad mecánica y termoaislante	• Cantidad  • Capacidad • Confort térmico	• Peso (kg)  Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ) • Temperatura (°C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Hipotético deductivo</li> <li>• <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Experimental  GE(A): <math>Y_1 \Rightarrow X \Rightarrow Y_2</math> GC(A): <math>Y_3 \Rightarrow X' \Rightarrow Y_4</math> GE: Grupo experimental GC: Grupo control X: Variable independiente X': tratamiento convencional Y<sub>1</sub>, Y<sub>3</sub>: pretest Y<sub>2</sub>, Y<sub>4</sub>: postest.</li> <li>• <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicativo</li> <li>• <b>ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN:</b> Cuantitativa</li> <li>• <b>POBLACIÓN</b> Viviendas del centro poblado de Puyutira</li> <li>• <b>MUESTRA</b> Adobe con incorporación de Corcho granulado</li> <li>• <b>MUESTREO</b> No probabilístico</li> <li>• <b>TÉCNICAS DE RECOLECCION DE DATOS:</b> Observación, textos, tesis, formatos de control, fichas, interpretación de datos, ensayo de laboratorio.</li> <li>• <b>INSTRUMENTOS DE VALIDEZ DE DATOS:</b> Normativa, cuestionario validado por expertos, interpretación de resultados.</li> </ul>
<b>PROBLEMA SECUNDARIO N.º 1</b> ¿Cuál es la proporción adecuada de corcho que elevaría la resistencia a compresión del adobe en viviendas de clima gélido?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO N.º 1</b> Elevar la resistencia a compresión del adobe para viviendas de clima gélido a través de una proporción adecuada de corcho.	<b>HIPÓTESIS SECUNDARIO N.º 1</b> Una proporción adecuada de corcho eleva la resistencia a compresión del adobe de viviendas de clima gélido	<b>VI:</b> • Proporción  <b>VD:</b> • Resistencia a la compresión	• Cantidad  • Esfuerzo	• Peso (kg)  • Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	
<b>PROBLEMA SECUNDARIO N.º 2</b> ¿Cuál es la cantidad óptima de corcho que modificaría la propiedad de aislamiento térmico del adobe en viviendas de clima gélido?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO N.º 2</b> Modificar la propiedad de aislamiento térmico del adobe en viviendas de clima gélido por medio de cantidad óptima de corcho.	<b>HIPÓTESIS SECUNDARIO N.º 2</b> Una cantidad óptima de corcho modifica el aislante térmico del adobe en viviendas de clima gélido.	<b>VI:</b> • Cantidad  <b>VD:</b> • Propiedad termoaislante	• Cantidad  • Confort calorífico	• Peso (Kg)  • Temperatura (°C)	
<b>PROBLEMA SECUNDARIO N.º 3</b> ¿Cuál es la dosificación apropiada de corcho que disminuiría la propiedad de permeabilidad del adobe en viviendas de clima gélido?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO N.º 3</b> Disminuir la propiedad de permeabilidad del adobe en viviendas de clima gélido mediante una dosificación apropiada de corcho.	<b>HIPÓTESIS SECUNDARIO N.º 3</b> Una dosificación apropiada de corcho disminuye la propiedad de permeabilidad del adobe en viviendas de clima gélido	<b>VI:</b> • Incorporación  <b>VD:</b> • Permeabilidad	• Cantidad  • K	• Peso (kg)  • Cm/s, m/s	

### Anexo 3

## Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 <b>PARA CLASIFICACION VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4</b>	GRAVAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. $Cu = D_{60} / D_{10}$ $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		
		GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* GM	d	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.
			u			
		GC		Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.	
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 <b>PARA CLASIFICACION VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4</b>	ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SW		Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.
	SP			Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		
	ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas		* SM	d	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.
			u			
	SC			Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.	
	<p>DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS. (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" GM, GC, SM, SC. Entre 5% y 12%; Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles **</p>					
	SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad
CL				Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.		
OL				Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
MH			MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.		
			CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		
			OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.		
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50		P	P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.		
			<p><b>CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)</b></p>			

\*\* CLASIFICACIÓN DE FRONTERA - LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.

⊕ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.

\* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS UNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFIO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFIO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

## Anexo 4

### Cuestionario de validez de instrumentos de investigación

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS							
Título de investigación: "Adobe con incorporación de corcho para mejorar la propiedad mecánica y termoaislante en viviendas de clima gélido-Puno 2021"							
Apellidos y Nombres del investigador: Quiro Trujillo Lina Mayomi							
Apellidos y Nombres del experto:							
Profesión:			Colegiatura:				
N°	Normativa	Indicadores	1	2	3	4	5
1	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que con los ensayos en campo ya se puede asumir la clasificación del suelo?					
2	ASTM D 2216 NTP 339.127	¿De acuerdo con su experiencia usted cree usted que el contenido de humedad natural afecta en la elaboración del adobe?					
3	ASTM D 422 NTP 400.012	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que sea necesario saber la gradación del suelo antes de la elaboración del adobe?					
4	ASTM D 4318 NTP 339.129	¿De acuerdo con su experiencia usted cree que el índice de plasticidad del suelo influye en el secado del adobe?					
5	ASTM D 2487 NTP 339.134	¿De acuerdo a su experiencia y trayectoria cree usted que la clasificación del suelo es necesaria?					
6	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el adobe debe tener una resistencia a compresión mínima de 10.2 kgf/cm <sup>2</sup> ?					
7	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que la adición de paja u otra fibra disminuye considerablemente las fisuras en el adobe?					
8	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el secado en la sombra sea una opción para el control de fisuras en el adobe?					
9	-----	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que la incorporación de corcho sea una opción viable para contrarrestar la temperatura nocturna en las viviendas?					
10	-----	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el corcho es una buena opción para emplear en la construcción de viviendas?					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>							

1= Total desacuerdo; 2=En desacuerdo; 3=En acuerdo,ni desacuerdo; 4=De acuerdo; 5=Totalmente de acuerdo

\_\_\_\_\_  
Firma

**CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS**

**Título de investigación:** \*Adobe con incorporación de corcho para mejorar la propiedad mecánica y termoaislante en viviendas de clima gélido-Puno 2021\*

Apellidos y Nombres del investigador: Quiro Trujillo Lina Mayomi

Apellidos y Nombres del experto: CALDERON MERCADO EFRAIN KHUMAR

Profesión: INGENIERO CIVIL Colegiatura: 129 107

N°	Normativa	Indicadores	1	2	3	4	5
1	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que con los ensayos en campo ya se puede asumir la clasificación del suelo?					X
2	ASTM D 2216 NTP 339.127	¿De acuerdo con su experiencia usted cree usted que el contenido de humedad natural afecta en la elaboración del adobe?					X
3	ASTM D 422 NTP 400.012	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que sea necesario saber la gradación del suelo antes de la elaboración del adobe?					X
4	ASTM D 4318 NTP 339.129	¿De acuerdo con su experiencia usted cree que el índice de plasticidad del suelo influye en el secado del adobe?					X
5	ASTM D 2487 NTP 339.134	¿De acuerdo a su experiencia y trayectoria cree usted que la clasificación del suelo es necesaria?					X
6	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el adobe debe tener una resistencia a compresión mínima de 10.2 kgt/cm <sup>2</sup> ?					X
7	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que la adición de paja u otra fibra disminuye considerablemente las fisuras en el adobe?					X
8	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el secado en la sombra sea una opción para el control de fisuras en el adobe?					X
9	---	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que la incorporación de corcho sea una opción viable para contrarrestar la temperatura nocturna en las viviendas?					X
10	---	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el corcho es una buena opción para emplear en la construcción de viviendas?					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>							

1= Total desacuerdo; 2=En desacuerdo; 3=En acuerdo, ni desacuerdo; 4=De acuerdo; 5=Totalmente de acuerdo


  
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MEGARIONI  
 PERU - REGION PUNO - DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ING. EFRAIN KHUMAR MERCADO  
 CIP. N° 129107  
 Firma

QUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS

Título de investigación: "Adobe con incorporación de corcho para mejorar la propiedad mecánica y termoisolante en viviendas de clima frío-Puno 2021"

Apellidos y Nombres del investigador: Quiro Trujillo Lina Miyomi

Apellidos y Nombres del experto: Juan José Rodríguez Flores

Profesión: Ingeniero Civil Colegiatura: 96726

N°	Normativa	Indicadores	1	2	3	4	5
1	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que con los ensayos en campo ya se puede asumir la clasificación del suelo?					X
2	ASTM D 2216 NTP 339 127	¿De acuerdo con su experiencia usted cree usted que el contenido de humedad natural afecta en la elaboración del adobe?				X	
3	ASTM D 422 NTP 400 012	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que sea necesario saber la gradación del suelo antes de la elaboración del adobe?					X
4	ASTM D 4318 NTP 339 129	¿De acuerdo con su experiencia usted cree que el índice de plasticidad del suelo influye en el secado del adobe?					X
5	ASTM D 2487 NTP 339 134	¿De acuerdo a su experiencia y trayectorias cree usted que la clasificación del suelo es necesaria?					X
6	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el adobe debe tener una resistencia a compresión mínima de 10.2 kgf/cm <sup>2</sup> ?					X
7	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que la adición de paja u otra fibra disminuye considerablemente las fisuras en el adobe?					X
8	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el secado en la sombra sea una opción para el control de fisuras en el adobe?					X
9	---	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que la incorporación de corcho sea una opción viable para contrarrestar la temperatura nocturna en las viviendas?					X
10	---	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el corcho es una buena opción para emplear en la construcción de viviendas?					X
PUNTAJE TOTAL							49

1= Total desacuerdo; 2=En desacuerdo; 3=En acuerdo, ni desacuerdo; 4=De acuerdo; 5=Totalmente de acuerdo


  
 Juan José Rodríguez Flores
   
 INGENIERO CIVIL
   
 96726

### CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS

**Título de investigación:** "Adobe con incorporación de corcho para mejorar la propiedad mecánica y termoaislante en viviendas de clima gélido-Puno 2021"

Apellidos y Nombres del investigador: Quiro Trujillo Lina Mayomi

Apellidos y Nombres del experto: *Gustavo Mancera Gutierrez*

Profesión: *Ing. Civil*

Colegiatura: *245973*

N°	Normativa	Indicadores	1	2	3	4	5
1	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que con los ensayos en campo ya se puede asumir la clasificación del suelo?					X
2	ASTM D 2216 NTP 339.127	¿De acuerdo con su experiencia usted cree usted que el contenido de humedad natural afecta en la elaboración del adobe?					X
3	ASTM D 422 NTP 400.012	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que sea necesario saber la gradación del suelo antes de la elaboración del adobe?					X
4	ASTM D 4318 NTP 339.129	¿De acuerdo con su experiencia usted cree que el índice de plasticidad del suelo influye en el secado del adobe?					X
5	ASTM D 2487 NTP 339.134	¿De acuerdo a su experiencia y trayectoria cree usted que la clasificación del suelo es necesaria?					X
6	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el adobe debe tener una resistencia a compresión mínima de 10.2 kgf/cm <sup>2</sup> ?					X
7	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que la adición de paja u otra fibra disminuye considerablemente las fisuras en el adobe?					X
8	E 080	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el secado en la sombra sea una opción para el control de fisuras en el adobe?					X
9	-----	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que la incorporación de corcho sea una opción viable para contrarrestar la temperatura nocturna en las viviendas?					X
10	-----	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el corcho es una buena opción para emplear en la construcción de viviendas?					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>							

1= Total desacuerdo; 2=En desacuerdo; 3=En acuerdo, ni desacuerdo; 4=De acuerdo; 5=Totalmente de acuerdo

  
*Gustavo Mancera Gutierrez*  
 INGENTERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 245973

# **CERTIFICADOS DE CALIDAD**

**(CLASIFICACIÓN DE MATERIAL)**

MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
RUC: 20602295533

## CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL POR MASA

ASTM D2216-19

<b>Proyecto</b>	: ADOBE CON INCORPORACION DE CORCHO PARA MEJORAR LA PROPIEDAD MECANICA Y TERMOAISLANTE EN VIVIENDAS DE CLIMA GELIDO, PUNO 2022	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-105
<b>Solicitante</b>	: BACH. QUIRO TRUJILLO LINA MAYOMI	<b>Muestreado por :</b>	Tesista
<b>Ubicación de proyecto</b>	: PARCIALIDAD: PUYUTIRA, DISTRITO: TIRAPATA	<b>Fecha de ensayo :</b>	18/03/2022
		<b>Turno :</b>	Diurno
<b>Código de muestra</b>	: MATERIAL PARA ADOBE	<b>Profundidad :</b>	.....
<b>Procedencia</b>	: PARCIALIDAD DE PUYUTIRA	<b>Norte :</b>	.....
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Este :</b>	.....
<b>N° de muestra</b>	: N° 01		
<b>Progresiva</b>	: ---		

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	97.3	PARCIALIDAD DE PUYUTIRA
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	348.1	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	320.5	
4	Tamaño max. de partículas	pulg	N° 8	
5	Metodo de ensayo		"B"	
6	Metodo de secado		Horno a 110 +/-5°C	
7	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>12.34</b>	
7	Cantidad mínima requerida	g	¡Cumple!	

### EQUIPOS UTILIZADOS

#	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	SERIE	IDENTIFICACIÓN
1	JUEGO DE TAMICES N° 1	FORNEY	---	BS8F
2	BALANZA ELECTRÓNICA	OHAUS	B835336209	MT-LM-300-2021
3	HORNO DE LABORATORIO	A&A INSTRUMENT	190548	MT-LT-115-2021
4	TAMIZ DE LAVADO NO. 200	FORNEY	---	BS8F

# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA

  
Washington Rodríguez Olazabal  
TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
DNI. 02436007

  
MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
Juan Manuel Frizzeno Aguirre  
CIP. 45130  
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

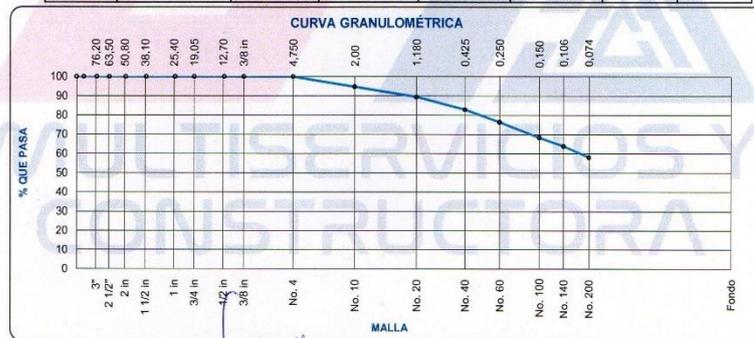
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 / D6913M - 17

<b>Proyecto</b>	: ADOBE CON INCORPORACIÓN DE CORCHO PARA MEJORAR LA PROPIEDAD MECÁNICA Y TERMOAISLANTE EN VIVIENDAS DE CLIMA GELIDO, PUNO 2022	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-105
<b>Solicitante</b>	: BACH. QUIRO TRUJILLO LINA MAYOMI	<b>Muestreado por :</b>	Tesista
<b>Ubicación de proyecto</b>	: PARCIALIDAD: PUYUTIRA, DISTRITO: TIRAPATA	<b>Fecha de Ensayo:</b>	18/03/2022
<b>Material</b>		<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Código de muestra</b>	: MATERIAL PARA ADOBE	<b>Peso inicial :</b>	500.00
<b>Procedencia</b>	: PARCIALIDAD DE PUYUTIRA	<b>Peso lavado :</b>	209.90
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Profundidad :</b>	
<b>N° de muestra</b>	: N° 01	<b>Norte :</b>	.....
<b>Progresiva</b>	: ---	<b>Este :</b>	.....

MATERIAL : (N° 01) / MUESTRA : N° 01

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	SIN GRADACION	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm				100.00	-	-
3/8 in	9.50 mm				100.00	-	-
No. 4	4.75 mm				100.00	-	-
No. 10	2.00 mm	26.4	5.28	5.28	94.72	-	-
No. 20	850 µm	26.5	5.30	10.58	89.42	-	-
No. 40	425 µm	33.2	6.64	17.22	82.78	-	-
No. 60	250 µm	32.1	6.42	23.64	76.36	-	-
No. 100	150 µm	40.1	8.02	31.66	68.34	-	-
No. 140	106 µm	22.5	4.50	36.16	63.84	-	-
No. 200	75 µm	29.1	5.82	41.98	58.02	-	-
< No. 200	< No. 200	290.1	58.02	100.00			



*Washington Rodríguez Pazabal*  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



*Juan Manuel Friznacho Aguirre*  
 CIP: 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

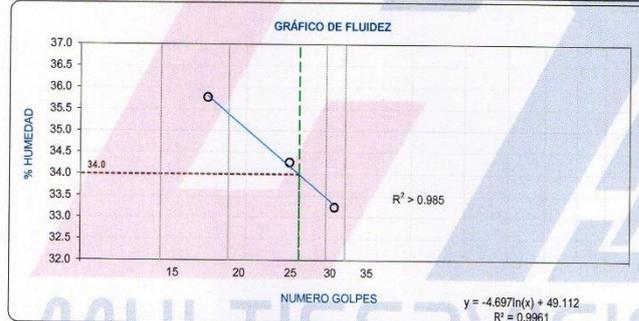
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ASTM D4318 - 17

<b>Proyecto</b>	: ADOBE CON INCORPORACION DE CORCHO PARA MEJORAR LA PROPIEDAD MECANICA Y TERMOAISLANTE EN VIVIENDAS DE CLIMA GELIDO, PUNO 2022	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-105
<b>Solicitante</b>	: BACH. QUIRO TRUJILLO LINA MAYOMI	<b>Muestreado por:</b>	Tesista
<b>Ubicación de proyecto</b>	: PARCIALIDAD: PUYUTIRA, DISTRITO: TIRAPATA	<b>Fecha de ensayo:</b>	18/03/2022
		<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Método de ensayo utilizado II</b>	: Método "A" - Multipunto	<b>Grava:</b>	%
<b>Tamiz de separación E11</b>	: No. 40	<b>Arena:</b>	42.0 %
<b>Método de separación de arena II</b>	: Tamizado	<b>Finos:</b>	58.0 %
<b>Código de muestra</b>	: MATERIAL PARA ADOBE	<b>Procedimiento de obtención de muestra:</b>	: Secado al horno
<b>Procedencia</b>	: PARCIALIDAD DE PUYUTIRA	<b>Clasificación Visual - Manual (SUCS):</b>	: CL : Arcilla arenosa de baja plasticidad
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Clasificación Visual - Manual (AASHTO):</b>	: A-6 : MALO
<b>N° de muestra</b>	: N° 01	<b>Profundidad:</b>	1.50 Metros
<b>Progresiva</b>	: ---	<b>Norte:</b>	.....
		<b>Este:</b>	.....

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nrc. de Recipiente	T-2	T-3	T-5	P-1	P-2
Masa de Recipiente	13.78	13.85	13.74	7.25	7.32
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	37.11	36.18	35.26	13.71	13.70
Masa Recipiente + Suelo Seco	31.29	30.48	29.59	12.62	12.63
N° De Golpes	29	24	17	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	33.2	34.3	35.8	20.3	20.2



Límite Líquido : 34  
 Límite Plástico : 20  
 Índice de Plasticidad : 14  
 Coeficiente Lineal : Cumple

Washington Rodríguez Pinzabatl  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS)

ASTM D2487- 17

**PROYECTO** : ADOBE CON INCORPORACION DE CORCHO PARA MEJORAR LA PROPIEDAD MECANICA **REGISTRO N°:** LH22-CERT-105  
 : Y TERMOAISLANTE EN VIVIENDAS DE CLIMA GELIDO, PUNO 2022  
**SOLICITANTE** : BACH. QUIRO TRUJILLO LINA MAYOMI **MUESTREADO POR** : Tesista  
**UBICACIÓN DE PROY:** PARCIALIDAD: PUYUTIRA, DISTRITO: TIRAPATA **FECHA DE ENSAYO** : 18/03/2022  
**TURNO** : Diurno

**Código de Muestra** : MATERIAL PARA ADOBE  
**Prosedencia** : PARCIALIDAD DE PUYUTIRA  
**Sondaje / Calicata** : N° 01 **Profundidad:** .....  
**N° de Muestra** : N° 01 **Norte:** .....  
**Progresiva** : --- **Este:** .....

### DATOS

% PASA 200 = 58.02 [%]  
 % PASA N° 4 = 100.00 [%]  
 LL = 34.00 [%]  
 IP = 14.00 [%]

IPa = 0.73 (LL - 20) [%]  
 IPa = 10.22 [%]  
**S.U.C.S.**

1° **MALLA N° 200**

(FINO)	Pas > 50 %
(GRUESO)	Ret < 50 %

2° **MALLA N° 4**

(ARENA)	Pas > 50 %
(GRAVA)	Ret < 50 %

2.1° **CONTENIDO DE FINOS** F = % Pasa 200

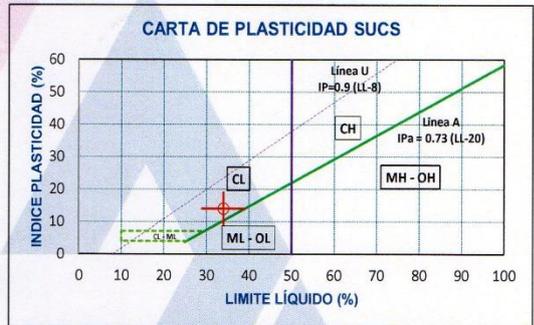
LIMPIO	DUAL	SUELO CON FINO
F < 5 %	5 % ≤ F ≤ 12 %	F > 12 %

2.2° **GRADACIÓN** Cu = 9.83E+03 Cc = 112.07

BIEN GRADUADO		MAL GRADUADO
GRAVA	ARENA	
Cu ≥ 4	Cu ≥ 6	Quando no cumple estas condiciones
1 ≤ cc ≤ 3		

3° **SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS) :** Considerar CARTA DE PLASTICIDAD.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS = CL



### SIMBOLOS SUELO

G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla

Washington Rodríguez Olazabal  
 DNI. 02436007



Juan Manuel Frizuncho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



**CERTIFICADOS DE  
CALIDAD  
(COMPRESIÓN)**

MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLOS DE ARCILLA

NTP 399.613

**PROYECTO** : ADOBE CON INCORPORACION DE CORCHO PARA MEJORAR LA PROPIEDAD MECANICA Y TERMOAISLANTE EN VIVIENDAS DE CLIMA GELIDO, PUNO 2022 **REGISTRO N°:** LH22-CERT-105  
**SOLICITANTE** : BACH. QUIRO TRUJILLO LINA MAYOMI **REALIZADO POR** : Laboratorio LH  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : PARCIALIDAD: PUYUTIRA, DISTRITO: TIRAPATA **FECHA DE ENSAYO** : 10/04/2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 10/04/2022 **TURNO** : Diurno  
**Tipo de muestra** : Bloque de Abobe - "Patron + 0.0% Corcho" **ANCHO ( mm )** : 250 mm  
**Procedencia** : Artesanal **ALTURA ( mm )** : 120 mm  
**Clase** : Bloque de Ab **LONGITUD ( mm )** : 350 mm

MUESTRA	ESPESOR DE REFRENTADO		AREA DE LADRILLO		CARGA (N)	AREA (mm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub>	
			A Prom. (mm)	L Prom. (mm)			Mpa	kg/cm <sup>2</sup>
M - 1	...	...	251.3	355.50	310893.3	89337.15	3.48	35.49
M - 2	...	...	249.8	354.40	304540.2	88529.12	3.44	35.08
M - 3	...	...	252.0	353.70	304832.8	89132.40	3.42	34.87
M - 4	...	...	251.0	354.50	305420.0	88979.50	3.43	35.00
<b>PROMEDIO</b>							<b>3.44</b>	<b>35.11</b>
<b>RESISTENCIA MINIMA</b>							<b>CUMPLE</b>	

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras fueron puestas al laboratorio por el solicitante ( Etiquetadas )
- \* Muestras Fueron ensayadas aleatoriamente
- \* Según la norma E 080 la muestra CUMPLE como clase : Bloque de Abobe

MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA

Washington Rodríguez Clazabal  
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 D.N.I. 02435007



Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45330  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



## MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLOS DE ARCILLA

NTP 399.613

**PROYECTO** : ADOBE CON INCORPORACION DE CORCHO PARA MEJORAR LA PROPIEDAD MECANICA Y TERMOAISLANTE EN VIVIENDAS DE CLIMA GELIDO, PUNO 2022 **REGISTRO N°:** LH22-CERT-105  
**SOLICITANTE** : BACH. QUIRO TRUJILLO LINA MAYOMI **REALIZADO POR** : Laboratorio LH  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : PARCIALIDAD: PUYUTIRA, DISTRITO: TIRAPATA **FECHA DE ENSAYO** : 10/04/2022  
**FECHA DE EMISIÓN** : 10/04/2022 **TURNO** : Diurno  
**Tipo de muestra** : Bloque de Abobe - "Patron + 0.5 Corcho" **ANCHO ( mm )** : 250 mm  
**Procedencia** : Artesanal **ALTURA ( mm )** : 120 mm  
**Clase** : Bloque de Ab **LONGITUD ( mm )** : 350 mm

MUESTRA	ESPESOR DE REFRENTADO		AREA DE LADRILLO		CARGA ( N )	AREA ( mm <sup>2</sup> )	Fc	
			A Prom. ( mm )	L Prom. ( mm )			Mpa	kg/cm <sup>2</sup>
M - 1	...	...	253.3	356.80	248930.0	90377.44	2.75	28.09
M - 2	...	...	252.5	355.10	247470.0	89662.75	2.76	28.14
M - 3	...	...	252.2	356.40	245380.0	89884.08	2.73	27.84
M - 4	...	...	252.7	356.10	246750.0	89986.47	2.74	27.96
<b>PROMEDIO</b>							<b>2.75</b>	<b>28.01</b>
<b>RESISTENCIA MINIMA</b>							<b>CUMPLE</b>	

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras fueron puestas al laboratorio por el solicitante ( Etiquetadas )
- \* Muestras Fueron ensayadas aleatoriamente
- \* Según la norma E 070 la muestra CUMPLE como clase : Bloque de Abobe

MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA

  
 Washington Rodríguez Olazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizancho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLOS DE ARCILLA

NTP 399.613

**PROYECTO** : ADOBE CON INCORPORACION DE CORCHO PARA MEJORAR LA PROPIEDAD MECANICA Y TERMOAISLANTE EN VIVIENDAS DE CLIMA GELIDO, PUNO 2022 **REGISTRO N°:** LH22-CERT-105  
**SOLICITANTE** : BACH. QUIRO TRUJILLO LINA MAYOMI **REALIZADO POR :** Laboratorio LH  
**UBICACION DE PROYECTO** : PARCIALIDAD: PUYUTIRA, DISTRITO: TIRAPATA **FECHA DE ENSAYO :** 10/04/2022  
**FECHA DE EMISION** : 10/04/2022 **TURNO :** Diurno  
**Tipo de muestra** : Bloque de Above - "Patron + 1.0% Corcho" **ANCHO ( mm ) :** 250 mm  
**Presidencia** : Artesanal **ALTURA ( mm ) :** 120 mm  
**Clase** : Bloque de Ab **LONGITUD ( mm ) :** 350 mm

MUESTRA	ESPESOR DE REFRENTADO		AREA DE LADRILLO		CARGA ( N )	AREA ( mm2 )	Fc	
			A Prom. ( mm )	L Prom. ( mm )			Mpa	kg/cm2
M - 1	...	...	255.3	361.40	228820.0	92265.42	2.48	25.29
M - 2	...	...	257.2	353.80	236800.0	90997.36	2.60	26.54
M - 3	...	...	258.2	364.30	228570.0	94062.26	2.43	24.78
M - 4	...	...	256.9	359.90	229450.0	92458.31	2.48	25.31
<b>PROMEDIO</b>							<b>2.50</b>	<b>25.48</b>
<b>RESISTENCIA MINIMA</b>							<b>CUMPLE</b>	

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras fueron puestas al laboratorio por el solicitante ( Etiquetadas )
- \* Muestras Fueron ensayadas aleatoriamente
- \* Según la norma E 070 la muestra CUMPLE como clase : Bloque de Above

MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA

*Washington Rodríguez Olczabal*  
 TEG. SUELOS, SONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



*Juan Manuel Frizanco Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASI MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



**CERTIFICADOS DE  
CALIDAD**  
**(PERMEABILIDAD)**

MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

ACI 522R - 10

**Proyecto** : ADOBE CON INCORPORACION DE CORCHO PARA MEJORAR LA PROPIEDAD MECANICA Y TERMOAISLANTE EN VIVIENDAS DE CLIMA GELIDO, PUNO 2022  
**Salicente** : BACH. QUIRO TRUJILLO LINA MAYOMI  
**Ubicación de Proyecto** : PARCIALIDAD: PUYUTIRA, DISTRITO: TIRAPATA  
**Material** : Bloque de Adobe

**Registro N°:** LH22-CERT-105

**Elaborado por :** Testela  
**Fecha de Ensayo:** 10/04/2022  
**Turno:** Diurno

**Código de Muestra** : Bloque de Adobe - "Patron + 0.0% Corcho"  
**Precedencia** : Artesanal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

### Bloque de Adobe - "Patron + 0.0% Corcho"

N°	F. Ensayo	Edad	t	L	φ	A	a	h <sub>1</sub>	Coeficiente K (cm/sq.)	Coeficiente K (m/sq.)
			Tiempo (seg.)	Longitud de Probeta (cm)	Diámetro (cm)	Área de Muestra (cm <sup>2</sup> )	Área de Tubería (cm <sup>2</sup> )	Altura de Carga (cm)		
1	10/04/2022	28	52005	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	1.2950E-03	1.2950E-05
2	10/04/2022	28	52012	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	1.2948E-03	1.2948E-05
3	10/04/2022	28	52008	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	1.2949E-03	1.2949E-05
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>									7.603E-08	7.603E-10
<b>PROMEDIO</b>									1.2949E-03	1.2949E-05
<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>									1.2948E-03	1.2948E-05
<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>									5.8740E-03	5.8740E-03
<b>RANGO DE VARIACION</b>									1.1536E-02	1.1536E-02

K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/s)

t: Tiempo de transición de h1 a h2 (s)

L: Longitud de la probeta (cm)

a: Área de tubería de carga (cm<sup>2</sup>)

A: Área de la muestra (cm<sup>2</sup>)

h1: Altura de Carga Superior antes del drenaje (cm)

h2: Altura de Carga Superior después del drenaje (cm)

$$K = \frac{L \times a}{t \times A} \times \ln \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA

Washington Rodríguez Olmos  
 INGENIERO EN CIENCIAS DE SUELOS, CONCRETO Y FUNDACIONES  
 D.N.A. 02436007



Juan Manuel Franchino Aguero  
 CIP. 43130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y FUNDACIONES

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

ACI 522R - 10

<b>Proyecto</b>	: ADOBE CON INCORPORACION DE CORCHO PARA MEJORAR LA PROPIEDAD MECANICA Y TERMOAISLANTE EN VIVIENDAS DE CLIMA GELIDO, PUNO 2022	<b>Registro N°:</b>	LH22-CERT-105
<b>Solicitante</b>	: BACH. QUIRO TRUJILLO LINA MAYOMI	<b>Elaborado por :</b>	Tesista
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: PARCIALIDAD: PIYUTIRA, DISTRITO: TIRAPATA	<b>Fecha de Ensayo:</b>	10/04/2022
<b>Materia</b>	: Bloque de Adobe	<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Código de Muestra</b>	: Bloque de Adobe - "Patron + 0.5% Corcho"		
<b>Procedencia</b>	: Artesanal		
<b>N° de Muestra</b>	: ---		
<b>Progresiva</b>	: ---		

### Bloque de Adobe - "Patron + 0.5% Corcho"

N°	F. Ensayo	Edad	Tiempo (seg.)	Longitud de Probeta (cm)	Diametro (cm)	Área de Muestra (cm <sup>2</sup> )	Área de Tubería (cm <sup>2</sup> )	Altura de Carga (cm)	Coefficiente K (ml/seg.)	Coefficiente K (ml/seg.)
1	10/04/2022	28	52045	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	1.2940E-03	1.2940E-05
2	10/04/2022	28	52052	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	1.2938E-03	1.2938E-05
3	10/04/2022	28	52042	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	1.2941E-03	1.2941E-05
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>									1.2758E-07	1.2758E-09
<b>PROMEDIO</b>									1.2940E-03	1.2940E-05
<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>									1.2938E-03	1.2938E-05
<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>									9.8593E-03	9.8593E-03
<b>RANGO DE VARIACION</b>									1.9213E-02	1.9213E-02

K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/s)

t: Tiempo de transición de h1 a h2 (s)

L: Longitud de la probeta (cm)

a: Área de tubería de carga (cm<sup>2</sup>)

A: Área de la muestra (cm<sup>2</sup>)

h1: Altura de Carga Superior antes del drenaje (cm)

h2: Altura de Carga Superior después del drenaje (cm)

$$K = \frac{L \times a}{r \times A} \times \ln \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA

*[Handwritten Signature]*  
 WASHINGTON QUIRO TRUJILLO  
 TIT. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI. 02436007



*[Handwritten Signature]*  
 Juan Manuel Frijancho Aguilar  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.. ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

ACI 522R - 10

<b>Proyecto</b>	: ADOBE CON INCORPORACION DE CORCHO PARA MEJORAR LA PROPIEDAD MECANICA Y TERMOAISLANTE EN VIVIENDAS DE CLIMA GELIDO, PUNO 2022	<b>Registro N°:</b>	LH22-CERT-105
<b>Solicitante</b>	: BACH. QUIRO TRUJILLO LINA MAYOMI	<b>Elaborado por :</b>	Tesisla
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: PARCIALIDAD: PUYUTIRA, DISTRITO: TIRAPATA	<b>Fecha de Ensayo:</b>	10/04/2022
<b>Material</b>	: Bloque de Above	<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Código de Muestra</b>	: Bloque de Above - "Patron + 1.0% Corcho"		
<b>Procedencia</b>	: Artesanal		
<b>N° de Muestra</b>	: --		
<b>Proyectoria</b>	: --		

### Bloque de Above - "Patron + 1.0% Corcho"

N°	F. Ensayo	Edad	t	L	φ	A	a	h <sub>1</sub>	Coefficiente K (cm/seg.)	Coefficiente K (milseg.)
1	10/04/2022	28	52112	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	1.2923E-03	1.2923E-05
2	10/04/2022	28	52088	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	1.2927E-03	1.2927E-05
3	10/04/2022	28	52110	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	1.2924E-03	1.2924E-05
DESVIACION ESTANDAR									1.8783E-07	1.8783E-09
PROMEDIO									1.2925E-03	1.2925E-05
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD									1.2923E-03	1.2923E-05
COEFICIENTE DE VARIACION									1.4533E-02	1.4533E-02
RANGO DE VARIACION									2.6870E-02	2.6870E-02

K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/s)

t: Tiempo de transición de h<sub>1</sub> a h<sub>2</sub> (s)

L: Longitud de la probeta (cm)

a: Área de tubería de carga (cm<sup>2</sup>)

A: Área de la muestra (cm<sup>2</sup>)

h<sub>1</sub>: Altura de Carga Superior antes del drenaje (cm)

h<sub>2</sub>: Altura de Carga Superior después del drenaje (cm)

$$K = \frac{L \times a}{t \times A} \times \ln \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA

Washington Rodríguez Olazábal  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 DNI: 02438170



Juan Domingo Priyaycho Aguirre  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.

**Anexo 6**  
Panel fotográfico



Incorporación de ichu en la mezcla



Incorporación de corcho en la mezcla



Rellenado de la mezcla en el molde



Desmoldado del molde



Adobes ya elaborados en proceso de secado



Colocación de la muestra en el horno para obtener contenido de humedad



Tamizado de la muestra de suelo seco en las diferentes aberturas



Ensayo de limite liquido en la cuchara de casa grande



Materiales empleados para realizar el ensayo límites de consistencia



Adobes refrentados para realizar el ensayo de resistencia a compresión



Unidades seleccionadas para realizar los ensayos



Ensayo de resistencia a compresión de la muestra patrón



Rotura del adobe patrón



Ensayo de resistencia a compresión de adobe+0.5%corcho



Ensayo de resistencia a compresión de adobe+1.0%corcho



Rotura de adobe+1.0%corcho



Deformación de la unidad de adobe en diferentes incorporaciones



Posicionamiento del equipo para realizar en ensayo de permeabilidad



Testigo extraído del equipo después de realizado el ensayo



Planteamiento de cimentación para la vivienda a construir



Preparación del mortero para asentado del muro de adobe.



Planchado del acabado de las viviendas construidas



Medición de la temperatura interna por la noche



Termo-hidrómetro utilizado para la medición de temperatura en las viviendas.

# **CERTIFICADOS DE CALIBRACION**

MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 142 - 2021**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>210373</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B Urb. Taparachi 1 Sector, Juliaca - San Roman - PUNO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
<b>Capacidad</b>	2000 kN	
<b>Marca</b>	A&A INSTRUMENTS	
<b>Modelo</b>	STYE-2000	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Número de Serie</b>	190997	
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	MC	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Modelo</b>	LM-02	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,01 / 0,1 kN (*)	
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.07.10 11:45:28  
-05'00'**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)[metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)[www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 142 - 2021***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

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

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B Urb. Taparachi 1 Sector, Juliaca - San Roman - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 142 - 2021**Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kN)	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,0	100,2	100,2	100,4	100,3
20	200,0	200,5	200,4	200,6	200,5
30	300,0	301,1	301,2	301,4	301,2
40	400,0	400,6	400,3	400,8	400,6
50	500,0	502,1	502,0	501,9	502,0
60	600,0	603,5	603,7	603,5	603,6
70	700,0	704,4	704,6	704,7	704,6
80	800,0	803,7	803,8	804,5	804,0
90	900,0	901,5	901,4	901,6	901,5
100	1000,0	1002,4	1001,8	1002,5	1002,2
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100,0	-0,28	0,20	---	0,01	0,52
200,0	-0,25	0,12	---	0,01	0,52
300,0	-0,40	0,10	---	0,00	0,52
400,0	-0,14	0,11	---	0,00	0,52
500,0	-0,40	0,03	---	0,00	0,52
600,0	-0,59	0,04	---	0,00	0,52
700,0	-0,65	0,03	---	0,00	0,52
800,0	-0,50	0,09	---	0,00	0,52
900,0	-0,16	0,03	---	0,00	0,52
1000,0	-0,22	0,07	---	0,00	0,52

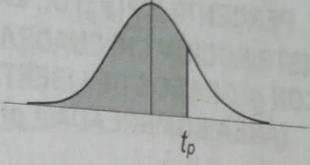
MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

## Anexo 8: T de student

PERCENTILES ( $t_p$ ) DE LA DISTRIBUCIÓN  $t$  DE STUDENT CON  $g/l$  GRADOS DE LIBERTAD (ÁREA SOMBRADA =  $p$ )



$g/l$	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,90}$	$t_{0,80}$	$t_{0,75}$	$t_{0,70}$	$t_{0,60}$	$t_{0,55}$
1	63,66	31,82	12,71	6,31	3,08	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158
2	9,92	6,96	4,30	2,92	1,89	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142
3	5,84	4,54	3,18	2,35	1,64	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137
4	4,60	3,75	2,78	2,13	1,53	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134
5	4,03	3,36	2,57	2,02	1,48	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132
6	3,71	3,14	2,45	1,94	1,44	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131
7	3,50	3,00	2,36	1,90	1,42	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130
8	3,36	2,90	2,31	1,86	1,40	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130
9	3,25	2,82	2,26	1,83	1,38	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129
10	3,17	2,76	2,23	1,81	1,37	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129
11	3,11	2,72	2,20	1,80	1,36	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129
12	3,06	2,68	2,18	1,78	1,36	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128
13	3,01	2,65	2,16	1,77	1,35	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128
14	2,98	2,62	2,14	1,76	1,34	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128
15	2,95	2,60	2,13	1,75	1,34	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128
16	2,92	2,58	2,12	1,75	1,34	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128
17	2,90	2,57	2,11	1,74	1,33	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128
18	2,88	2,55	2,10	1,73	1,33	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127
19	2,86	2,54	2,09	1,73	1,33	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127
20	2,84	2,53	2,09	1,72	1,32	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127
21	2,83	2,52	2,08	1,72	1,32	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127
22	2,82	2,51	2,07	1,72	1,32	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127
23	2,81	2,50	2,07	1,71	1,32	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127
24	2,80	2,49	2,06	1,71	1,32	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127
25	2,79	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
26	2,78	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
27	2,77	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127
28	2,76	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127
29	2,76	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
30	2,75	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
40	2,70	2,42	2,02	1,68	1,30	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126
60	2,66	2,39	2,00	1,67	1,30	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126
120	2,62	2,36	1,98	1,66	1,29	0,845	0,677	0,526	0,254	0,126
$\alpha$	2,58	2,33	1,96	1,645	1,28	0,842	0,674	0,524	0,253	0,126

Fuente: Tabla tomada de Ávila Acosta, Roberto (1990, p. 382). Estadística elemental.