

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Mejora de la eficiencia del muro trombe con cobertura  
de muros laterales con láminas EPS en viviendas de  
adobe de la ciudad Puno 2022**

Yury Antonio Mamani Vilca  
Yulfo Remachi Enríquez

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : FELIPE GUTARRA MEZA  
Decano de la Facultad de Elija un elemento  
DE : Augusto Elías García Corzo  
Asesor de tesis  
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis  
FECHA : 22 de octubre de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LÁMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022**", perteneciente al estudiante **BACH. Mamani Vilca Yury Antonio, BACH. Remachi Enriquez Yulfo**, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 10 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

• Filtro de exclusión de bibliografía

SI  NO

• Filtro de exclusión de grupos de palabras menores  
(Nº de palabras excluidas: 20)

SI  NO

• Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante

SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



MSc AUGUSTO GARCIA  
CIP: 85267

Asesor de tesis

Cc.  
Facultad  
Interesado(a)

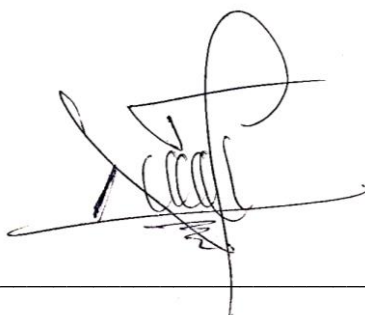
## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, YURY ANTONIO MAMANI VILCA, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70194701, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LÁMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

07 de octubre de 2023.



YURY ANTONIO MAMANI VILCA

DNI. No. 70194701

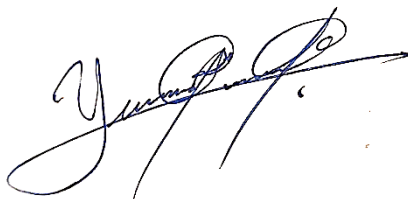
## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, YULFO REMACHI ENRIQUEZ, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70766350, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LÁMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

07 de octubre de 2023.



---

YULFO REMACHI ENRIQUEZ

DNI. No. 70766350

# MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LÁMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="https://faproteceps.blogspot.com">faproteceps.blogspot.com</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "MEIA de la Planta Extractora de Aceite de Palma, a Efectos de Desarrollar el Proyecto de Inversión Construcción y Operación de una Planta de Refinación Física de Aceite Crudo de Palma de 100 Tm/día, Una Planta de Fraccionamiento de Aceite Refinado de Palma de 80 Tm/día Expandible a 100 TPD y las Líneas de Envasado de Aceites y Manteca-	<1%

IGA0020368", R.D. N° 00213-2022-  
PRODUCE/DGAAMI, 2022

Publicación

---

6	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1 %
7	<a href="https://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1 %
8	<a href="https://repositorio.upsc.edu.pe">repositorio.upsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
9	<a href="http://www.archdaily.pe">www.archdaily.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://hmong.es">hmong.es</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://solofaq.com">solofaq.com</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="https://repositorio.usm.cl">repositorio.usm.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="https://tesis.unap.edu.pe">tesis.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="https://repositorio.unican.es">repositorio.unican.es</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://www.laccei.org">www.laccei.org</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

---

---

17	<a href="http://repositorioinstitucional.uson.mx">repositorioinstitucional.uson.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://sedici.unlp.edu.ar">sedici.unlp.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorio.unal.edu.co">repositorio.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://spanishuno.com">spanishuno.com</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://repositoriodemo.continental.edu.pe">repositoriodemo.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://repositorio.une.edu.pe">repositorio.une.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://ionizado.blogspot.com">ionizado.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo



**Agradecimientos:**

A Dios, por habernos guiado en toda nuestra vida, junto con nuestra familia, y permitido seguir esta carrera que es ingeniería civil, dando todo nuestro empeño para seguir aprendiendo en la vida diaria y dar aporte a la sociedad con todo el conocimiento adquirido. Gracias a la Universidad Continental, al asesor García Corzo Augusto Elías, por toda su paciencia y brindarnos su conocimiento para poder llegar a culminar esta investigación.

Yury y Yulfo

**Dedicatoria:**

A Dios, sobre todas las cosas, quien permite que sigamos adelante, ayudándonos a superar cada problema que encontramos en el camino. A nuestros padres, quienes nos dieron su fortaleza y cuidados necesarios para ser hombres de bien; gracias a toda nuestra familia. Con mucho cariño, a todos los que estuvieron ahí para apoyarnos y también para los que nos apoyaron moralmente.

Yury y Yulfo

## ÍNDICE

Agradecimientos .....	ii
Dedicatoria.....	iii
ÍNDICE .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
1.1 Planteamiento y formulación del problema .....	17
1.1.1. Problema general .....	18
1.1.2. Problemas específicos.....	19
1.2. Objetivos.....	19
1.2.1. Objetivo general.....	19
1.2.2. Objetivos específicos .....	19
1.3. Justificación e importancia de la investigación .....	19
1.3.1. Justificación teórica .....	19
1.3.2. Justificación práctica.....	20
1.3.3. Justificación metodológica .....	20

1.4.	Hipótesis y descripción de variables .....	21
1.4.1.	Hipótesis .....	21
1.4.2.	Descripción de variables.....	21
1.4.3.	Operacionalización de variables .....	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....		24
2.1	Antecedentes del problema.....	24
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	24
2.2.	Bases teóricas.....	30
2.2.1.	Muro trombe .....	30
2.2.2.	Láminas EPS.....	34
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....		36
3.1.	Método y alcance de la investigación.....	36
3.1.1.	Método: Científico.....	36
3.1.2.	Tipo: Aplicada .....	36
3.1.3.	Nivel: Explicativo .....	37
3.2.	Diseño de investigación .....	37
3.2.1.	Diseño: Experimental .....	37
3.3.	Población y muestra.....	38
3.3.1.	Población .....	38
3.3.2.	Muestra .....	38

3.3.3. Muestreo: No probabilístico .....	38
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	38
3.4.1. Técnica: Observación directa.....	38
3.5. Procedimiento. ....	39
3.6. Método de análisis de datos .....	43
3.7. Aspectos éticos.....	44
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS - RESULTADOS</b> .....	<b>45</b>
4.1. Descripción de la zona de estudio.....	45
4.1.1. Ubicación.....	45
4.1.2. Características de la zona de estudio .....	45
4.2. Elección de sitio y vivienda .....	47
4.2.1. Análisis de la vivienda.....	50
4.2.2. Estudios con el uso de temperatura.....	53
Objetivo general.....	55
Primer objetivo específico .....	59
Segundo objetivo específico .....	64
Tercer objetivo específico.....	92
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES</b> .....	<b>100</b>
<b>CAPÍTULO VI: RECOMENDACIÓN</b> .....	<b>102</b>
Referencias bibliográficas.....	103

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA..... 106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz operacional.....	22
Tabla 2. Opciones para la elección de lugar .....	47
Tabla 3. Temperaturas promedio con láminas EPS .....	56
Tabla 4. Resultado de temperatura promedio sin muro trombe.....	59
Tabla 5. Temperatura antes de la instalación de muro trombe día .....	60
Tabla 6. Temperatura antes de la instalación de muro trombe noche.....	60
Tabla 7. Temperatura antes de la instalación de muro trombe madrugada.....	61
Tabla 8. Influencia de la temperatura para el confort térmico.....	63
Tabla 9. Temperatura promedio con muro trombe .....	84
Tabla 10. Temperatura antes de la instalación de muro trombe durante el día.....	84
Tabla 11. Temperatura después de instalar muro trombe - tarde.....	85
Tabla 12. Temperatura después de instalar muro trombe – noche .....	85
Tabla 13. Temperatura después de instalar muro trombe - madrugada.....	86
Tabla 14. Influencia del muro trombe para el confort térmico.....	88
Tabla 15. Composición de láminas EPS.....	92
Tabla 16. Instalando láminas EPS .....	93
Tabla 17. Terminando de instalar las láminas EPS .....	94
Tabla 18. Instalación de láminas EPS.....	95
Tabla 19. Temperatura promedio con láminas EPS .....	96
Tabla 20. Temperatura después de la instalación de láminas EPS en muro lateral y muro trombe - día.....	98

Tabla 21. Temperatura después de la instalación de láminas EPS en muro lateral y muro trombe – tarde.....	98
Tabla 22. Temperatura después de la instalación de láminas EPS en muro lateral y muro trombe – madrugada.....	99
Tabla 23. Influencia de las láminas EPS con el confort térmico .....	99



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la vivienda seleccionada.....	48
Figura 2. Perímetro de la vivienda.....	49
Figura 3. Sector perimetral .....	49
Figura 4. Deterioro de la vivienda de adobe .....	52
Figura 5. Termohigrómetro para interior y exterior Coolbox 2 pantallas.....	53
Figura 6. Temperatura promedio del año.....	55
Figura 7. Precipitaciones en la ciudad de Puno .....	56
Figura 8. Temperatura promedio cerca del confort térmico .....	57
Figura 9. Temperatura promedio según GIVONI.....	58
Figura 10. Vivienda 3d .....	59
Figura 11. Operatividad de la temperatura sin muro trombe .....	61
Figura 12. Temperatura confort sin muro trombe.....	62
Figura 13. Cintas de madera para la construcción del muro trombe.....	64
Figura 14. Traslado de los materiales .....	65
Figura 15. Vía accesible a la vivienda seleccionada.....	66
Figura 16. Vivienda seleccionada.....	67
Figura 17. Zona secundaria.....	68
Figura 18. Agujeros para los tubos PVC.....	69
Figura 19. Realizando las primeras pruebas de temperatura.....	70
Figura 20. Bosquejos .....	71
Figura 21. Armado.....	72
Figura 22. Armado final.....	73

Figura 23. Pintado y barnizado para mayor durabilidad.....	74
Figura 24. Forma de la estructura de madera.....	75
Figura 25. Colocación del bastidor .....	76
Figura 26. Toma de temperatura antes de la pared negra .....	77
Figura 27. Toma de temperatura después de la pared negra.....	77
Figura 28. Muro principal.....	78
Figura 29. Muro secundario.....	79
Figura 30. Sellando .....	79
Figura 31. Muro principal sellado.....	80
Figura 32. Finalizando la instalación de muro trombe .....	81
Figura 33. Temperatura operativa con muro trombe .....	86
Figura 34. Temperatura confort con muro trombe.....	87
Figura 35. Operatividad de la temperatura - láminas EPS.....	96

## RESUMEN

La investigación titulada “Mejora de la eficiencia del muro trombe con cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad Puno 2022” fijó como objetivo: Mejorar la eficiencia del muro trombe cuando es usado con cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad de Puno, 2022. Método utilizado, científico, de tipo aplicado, de diseño experimental, de un nivel de estudio explicativo.

En la fase experimental, primero se seleccionó la vivienda, luego se verificó que la construcción de adobe no presente ningún problema el cual ocasione pérdida de calor, posteriormente se realizó la construcción del muro trombe para poder tomar la temperatura donde hubo un cambio significativo; sin embargo, aún la temperatura se perdía a la media noche o en la madrugada, posteriormente se procedió a realizar la instalación de las láminas EPS en el muro lateral, para que así la temperatura se mantenga.

Que las viviendas con adobe pueden brindar una temperatura de 8.3403, pero se incrementa al utilizar un muro trombe a 11.2792 y finalmente las láminas EPS incrementan un 15.1431 grados centígrados la cantidad de temperatura.

**Palabras clave:** Eficacia, Eficiencia, EPS, Muro Trombe, Viviendas De Adobe

## ABSTRACT

The research entitled "Improving the efficiency of the Trombe wall with side wall covering with EPS sheets in adobe houses in the city of Puno 2022" set as its objective: To improve the efficiency of the Trombe wall when used with side wall covering with EPS sheets in adobe houses in the city of Puno, 2022. The method used was scientific, applied, experimental design, with an explanatory level of study.

In the experimental phase, first the dwelling was selected, then it was verified that the adobe construction did not present any problems that would cause heat loss, then the trombe wall was built to take the temperature, where there was a significant change; however, the temperature was still lost at midnight or in the early morning, then the EPS sheets were installed on the side wall, so that the temperature would be maintained.

That adobe houses can provide a temperature of 8.3403, but it increases when using a trombe wall to 11.2792 and finally the EPS sheets increase the amount of temperature by 15.1431 degrees Celsius.

**Keywords:** Effectiveness, Efficiency, EPS, Trombe Wall, Adobe Homes

## INTRODUCCIÓN

La ganancia indirecta recoge la radiación a través del mismo acristalamiento orientado al sur que la ganancia directa, pero el absorbedor y el almacenamiento están separados de la zona de estar. Un sistema de ganancia indirecta comúnmente empleado es una pared de mampostería de 8 a 16 pulgadas de espesor construida como la pared sur de la casa. La superficie exterior de la pared está pintada de negro para absorber la radiación, y toda la pared está vidriada, es decir, hay una gran ventana de vidrio entre la pared y el exterior.

Las estructuras expuestas al sol se pueden utilizar para almacenar energía. Esto puede ser útil incluso en verano: la energía térmica almacenada se puede usar para bombear aire fresco mediante la creación de corrientes de convección. Los estanques de techo pueden contribuir tanto a la calefacción como a la refrigeración.

Las paredes trombe son un tipo de tecnología que se puede instalar en las viviendas para calentar pasivamente el edificio. La inclusión de paredes trombe reduce la necesidad de calentar el edificio utilizando métodos tradicionales como hornos u otros calentadores de espacio, reduciendo la cantidad de energía utilizada para calentar el hogar. Sin embargo, en la ciudad de Puno las temperaturas son tan bajas que el muro trombe por sí solo no puede almacenar el calor y mejorar su eficiencia en el confort.

Por tal motivo, el presente trabajo brindará una mejor eficiencia del muro trombe con el uso de láminas EPS laterales, que en adobe deben ser puestas en pequeñas láminas cuadradas para que pueda agarrar la pared de adobe exactamente en enmallado y las láminas EPS. Realizando un gran aporte al utilizar las láminas EPS en forma cuadrada, para que pueda ser adherida al adobe.

La presente investigación ha sido dividida en los siguientes capítulos:

Para el Primer Capítulo, contiene acerca del planteamiento del problema, que a sido formulado desde el punto de vista internacional, nacional, por lo que todo esto permitió el plantear los objetivos que son acordes a las preguntas de investigación, seguido de eso se encuentra la justificación y su respectiva delimitación espacial, dividiéndolos en específicos y generales respecto a los problemas y objetivos.

Para el Segundo Capítulo, nos evidencia el marco teórico que nos permitió comprender acerca de los temas y seguido de los antecedentes, que se dividieron en antecedentes internacionales y también nacionales, donde se demostró que la investigación tiene una gran relevancia y permite dar grandes aportes con la presente investigación, también esta la operacionalización con las variables dependientes e independientes.

Para el Tercer Capítulo, puede encontrar la parte metodológica de la investigación, de como llega a efectuar todo el proceso y todo lo que ha sido necesario para poder fortalecer la investigación, aplicando métodos de investigación, como tipo, nivel, y finalmente diseño, también se dieron a conocer los instrumentos y técnicas que se utilizaron durante todo el transcurso antes y después de la recolección de información y datos.

El Cuarto Capítulo, mostramos todos los datos interpretados con sus respectivas explicaciones que se realizaron en la investigación y los datos que son evidenciados de una manera mucho mas comprensible.

El Quinto Capítulo, mostramos las discusiones que fueron comparadas con otras investigaciones que contenían alguna similitud con la presente investigación.

El Sexto Capítulo, mostramos las conclusiones finales que se llegaron luego de procesar los resultados junto a las discusiones, siendo congruentes con los objetivos que han sido planteados.

El Séptimo Capítulo y finalmente último, mostramos las recomendaciones que son concordantes con cada conclusión que permitirá en un futuro mejorar las falencias o dificultades que se tuvieron en la presente investigación.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento y formulación del problema**

Alrededor del mundo, acerca de la construcción de viviendas sostenibles y altamente eficientes se deben considerar varios factores (condiciones climáticas, demanda de energía, costos financieros, impacto ambiental, comodidad del usuario, etc.) que determinan la aplicación de tecnologías específicas de eficiencia energética, materiales inteligentes, componentes sensibles al clima en la campaña de eficiencia energética de edificios. Las pérdidas/ganancias de calor sustanciales a través de las partes transparentes/opacas de la envolvente del edificio deben cubrirse con sistemas de calefacción/refrigeración. Básicamente, los sistemas de fachadas transparentes se utilizan típicamente en el diseño y la arquitectura modernos; sin embargo, comparten pérdidas térmicas sustanciales y ganancias solares en las viviendas.

En los últimos años, en las zonas altoandinas, se viene usando el sistema constructivo muro trombe, esto para mejorar el ambiente de las viviendas de adobe, a causa de las bajas temperaturas que se dan en la zona, donde la gran cantidad de procesos de acción-reacción que involucran cambios de temperatura refleja una gran disponibilidad en el mercado de materiales termosensibles; sin embargo, estos aún no están integrados de manera efectiva en la envolvente del edificio y caracterizados adecuadamente en este sentido. Por esta razón, se presenta una descripción general de su potencial de aplicación reciente para identificar desafíos y oportunidades de investigación en el campo de sistemas transparentes incorporados en PCM que correspondan a sus aspectos termoópticos. Por lo tanto, la capa sólida de PCM funciona como un medio de difusión donde se producen los efectos de



dispersión; sin embargo, por otro lado, la transmisión solar se hace notoria en el estado líquido.

El tipo de estructuras de las viviendas que predomina en la ciudad de Puno son de albañilería confinada o armada; sin embargo, específicamente en el lugar de Yanamayo, predomina adobe, esto a causa de que se encuentra en la zona más alta de la ciudad donde existe mayor cantidad de frío y vientos, daña directamente su salud, por las bajas temperaturas, sin embargo, en el 2010 ya se propuso sistemas constructivos del muro trombe, para las zonas alto andinas como Cusco, Puno, Arequipa, Apurímac, Ayacucho, y demás. Aparentemente, solo fue realizado para el baño con agua caliente, pero no para la vivienda, ya que actualmente las viviendas que se están construyendo son de manera tradicional.

Perjudicando de manera directa la salud de los pobladores que viven, ya que actualmente a causa de la pandemia varios pobladores han regresado a su lugar de origen, por lo que se ha incrementado las construcciones de viviendas unifamiliares en la zona.

Pero el sistema de muro trombe presenta deficiencias en su almacenamiento de calor, esto al promediar a partir de la media noche donde las temperaturas bajan, llegando a su límite de efectividad. Como un sistema independiente, el muro trombe es un sistema pasivo. No va a generar calor, solo almacenar.

### **1.1.1. Problema general**

- ¿Cómo mejorar la eficiencia del muro trombe usando la cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad de Puno, 2022?

### **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la tecnología de instalación del sistema de muro trombe adecuado para la vivienda de adobe?
- ¿Cuál la temperatura después de instalar la tecnología del sistema de muro trombe para la vivienda de adobe?
- ¿Cómo es la temperatura de la vivienda de adobe con la instalación de muro trombe y el uso de cobertura de muros laterales con láminas EPS en la vivienda de adobe?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Mejorar la eficiencia del muro trombe es usando con cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad de Puno, 2022.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la temperatura constante de la vivienda de adobe.
- Evaluar la temperatura después de instalar la tecnología del sistema de muro trombe para la vivienda de adobe.
- Evaluar la temperatura de la vivienda de adobe con la instalación de muro trombe y el uso de cobertura de muros laterales con láminas EPS en la vivienda de adobe.

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

### **1.3.1. Justificación teórica**

La industria de la construcción utiliza el aislamiento térmico para reducir la pérdida o ganancia de calor a través de la envolvente de la casa (paredes exteriores, ventanas, techos,

cimientos, etc.). El aislamiento térmico permite crear el confort respecto a la temperatura en el interior de un espacio que es denominado vivienda al mantener la temperatura en condiciones adecuadas.

### **1.3.2. Justificación práctica**

En cuanto se culminó el muro trombe y las láminas EPS, también crea una barrera entre el aire caliente del interior de la casa y el aire frío del exterior y viceversa. Cuanto mejor sea esta barrera, menos energía necesitará la casa para refrigeración y calefacción. Por lo tanto, el uso de materiales aislantes puede ayudar a reducir el consumo de energía y aumentar el confort térmico.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

En este tipo de métodos complicados, un enfoque común es sumar todas las funciones objetivo con factores de ponderación apropiados y minimizar la función compuesta resultante. Sin embargo, la solución analítica solo debe intentarse si se necesita un valor de espesor muy preciso porque tiene en cuenta detalles específicos y, a menudo, no es un requisito desde un punto de vista práctico, ya que muchos tipos de aislamiento están disponibles solo en ciertos tamaños específicos.

El espesor de aislamiento requerido para cualquier aplicación específica depende de las características del material aislante, así como del propósito del equipo. Si un proceso es crítico, la consideración individual más importante puede ser la confiabilidad. Si la conservación del calor o la energía es el factor decisivo, el ahorro por año en comparación con el costo de instalación es el factor más importante.

## **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

### **1.4.1. Hipótesis**

#### **1.4.1.1. Hipótesis general**

La mejora de la eficiencia del muro trombe está dada por el uso de cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad de Puno, 2022.

#### **1.4.1.2. Hipótesis específicas**

La temperatura constante de la vivienda de adobe no se proporciona un confort térmico.

La temperatura después de instalar la tecnología del sistema de muro trombe para la vivienda de adobe permite el aprovechamiento del calor pasivo.

La temperatura de la vivienda de adobe con la instalación de muro trombe y el uso de cobertura de muros laterales con láminas EPS en la vivienda de adobe permite un mejor aislante térmico.

### **1.4.2. Descripción de variables**

#### **1.4.2.1. V1: Muro trombe**

##### **Definición conceptual**

El Muro Trombe es un sistema pasivo de aprovechamiento de radiación solar, usa energía térmica y es implementado mayormente en las fachadas, aprovecha la energía solar, debe construirse para maximizar la ganancia total de calor del sol y minimizar las pérdidas que ocurren durante las épocas frías. Además, no deberían ganar calor en períodos calurosos. Durante el día, las paredes de Trombe que miran al sol tienen luz solar que incide sobre ellas. La pared absorbe y almacena el calor proveniente de la radiación solar directa.

### **Definición operacional**

Por la noche, una pared Trombe funciona de manera diferente, a través de espacio como rejas de ventilación en la parte inferior y superior de la pared están cerradas para garantizar que el aire ahora frío en el canal entre el acristalamiento y la pared no vuelva a entrar en la casa. El calor absorbido por el muro de hormigón aún puede mantener un espacio interno cómodamente cálido durante la noche

#### **1.4.2.2. V2: Láminas EPS**

### **Definición conceptual**

El poliestireno expandido (EPS) es un producto versátil que tiene muchas aplicaciones. Además de abastecer a la industria de la construcción, el EPS se adapta a muchas otras líneas de productos fuera de los mercados de productos de construcción.

### **Definición operacional**

Confort R es el nombre de la línea de productos de espuma EPS (poliestireno expandido), producida por HW Manufacturing Inc. Se eligió el nombre Confort R porque HW Manufacturing Inc. fabrica espuma EPS de alta calidad que es liviana, fuerte, resistente al agua y tiene muy altos valores R por volumen en comparación con otros materiales de aislamiento disponibles. Estas características de desempeño permiten que el constructor construya viviendas a un costo más bajo, mientras entrega un edificio que es cómodo tanto en invierno/calefacción como en verano/refrigeración.

#### **1.4.3. Operacionalización de variables:**

Tabla 1. Matriz operacional

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Muro trombe	Es la conformación de varios elementos orientados al aprovechamiento de la energía solar, lo cual permite que se almacene el calor dentro de una vivienda rural, donde la pared que se instala el muro trombe debe estar orientada al sol para un mayor aprovechamiento del mismo.	Es un sistema constructivo que permite captar la energía pasiva solar y almacenarla en las cámaras y continuamente ser conducida mediante orificios superiores e inferiores del calefactor para ser climatizado y mantener una temperatura estable cuando esta descienda.	D1: Tecnología  D2: Aprovechamiento del calor  D3: Almacena calor	Para el clima  De adobe  Orientación solar	Ficha de recopilación de información	°C Humedad
V2: Laminas EPS	El poliestireno expandido (EPS) es un producto versátil, que tiene muchas aplicaciones en la construcción, siendo termo-acústico.	Caracterizada por su desempeño termo regulador para una vivienda de adobe, ayudando a que no se disipe el calor captado al exterior o por las temperaturas bajas.	Aislante térmico  Trabajabilidad	Adaptable y maleable  Menor costo del mercado	Para la recopilación fue necesario una ficha.	°C Humedad

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del problema

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Manteca (2021) A la luz de la situación actual del medio ambiente y la economía, es esencial realizar un análisis exhaustivo de la ubicación de un inmueble para determinar qué estrategias de mejora de la eficiencia energética de una vivienda resultarán más rentables económicamente para el usuario y tendrán un mayor impacto positivo en el medio ambiente, como la arquitectura bioclimática como la autogeneración de energía, por su capacidad de adaptación a las particularidades de cada lugar, son opciones viables para dar respuesta a los problemas medioambientales, para lo cual el estudio realizado demostró los beneficios que conlleva la realización de un estudio previo de actuaciones de eficiencia energética y su posterior ejecución en el proyecto constructivo del edificio. Estos beneficios están relacionados con la realización de un estudio previo de actuaciones de eficiencia energética. Para ello, se realiza una comparación entre la posible implantación de la metodología de actuación recomendada y su rechazo como opción.

Según Aparicio (2021) Se utilizó un muro Trombe de hormigón (C-TW) para evaluar el rendimiento del sistema. Se observó que el sistema C-TW funcionaba mejor durante el día en los días más fríos del año en ambas localidades, mientras que el sistema P29-TW funcionaba mejor durante la noche en términos de suministro de energía. El suministro de energía diurno de la P29-TW a Tulancingo fue 29.6 por ciento inferior al de la C-TW, el suministro nocturno de la P29-TW fue 84.1 por ciento superior al de la C-TW. La energía suministrada por la P29-TW durante el día fue un 27,9% más barata que la de la C-TW para la alcaldía de Tacubaya, y la energía suministrada por la P29-TW durante la noche fue un 125% más barata que la de la C-TW. La investigación proporciona las afirmaciones

that the C-TW system is ideal for a daytime-only building, while the P29-TW system is preferable for a nighttime-only building as a passive heating solution.

Según Asmat (2021) Al optimizar el tiempo necesario para alcanzar la temperatura de trabajo (50 °C) en un 58,19 %, la humedad de la cámara de deshidratación en un 36,36 % y la humedad final de las hojas de lúcuma en un 94,29 %, se encontró que el nanofluido funciona mejor que otros Fluidos caloportadores empleados en este trabajo. Dado que no fue necesario abrir el equipo de deshidratación, evitando la pérdida de compuestos volátiles en el producto, la extracción de humedad por refrigeración jugó un papel importante, y los resultados de las características organolépticas muestran un buen resultado para los atributos de sabor, aroma y color. El análisis de sensibilidad aplicado a los efectos de la expansión de las agroexportaciones de esta fruta de valor agregado en el Perú arrojó resultados ideales.

Según Dueñas & Soto (2020) El calentamiento global es un tema de gran interés para las personas en todo el mundo. El cambio climático es una de las consecuencias a nivel mundial. La manifestación de este cambio ha dado lugar a diferentes técnicas o enfoques para reducir o relativamente controlar las temperaturas extremas, entre estos enfoques técnicos se proponen los plásticos como parte del proceso Indispensabilidad del hormigón para aislar de las temperaturas exteriores. Se establecerá la especificación del estudio realizado sobre el desarrollo e incorporación del PET, que permita extraer conclusiones indirectas sobre la mejora adiabática sin observar las limitaciones de la estructura del PET. Del mismo modo, explica en detalle cómo se adoptó y mejoró el sistema de muros Trombay durante la



construcción del techo prototipo. Los resultados muestran que las técnicas utilizadas en este estudio pueden mejorar significativamente el rendimiento térmico del prototipo de envolvente.

Según Luengo (2018) A través de la construcción del muro trombe, se buscó mejorar el confort térmico de la maternidad José Miguel Carrera en Lebu. Al mismo tiempo, este colector solar pasivo puede ahorrar energía y ayudar a reducir la contaminación ambiental. Como el Jardín de Infancia José Miguel Carrera está ubicado en Lepiñanco 460 en Lebu, incluye La ubicación para instalar el muro de drenaje es buena porque del lado que se construirá estará orientado al noroeste o astronómicamente al norte, lo que permitirá recolectar más horas de energía solar que se requiere para que este sistema funcione. Se anunciarán diferentes tipos de colectores solares, centrándose principalmente en los colectores pasivos. El proyecto estará representado por los planos de la organización y otras instalaciones con instalaciones y detalles, todo implementado en el programa Autocad. Se realizará una evaluación de análisis económico que muestre su costo estimado de instalación.

Según Pérez (2019) Se decidió hacer una evaluación dinámica del sistema. En el día con la temperatura más baja, el sistema TW suministró a la habitación 1,78 kWh/m<sup>2</sup> de calor total, mientras que, en el día con la temperatura más alta, suministró 0,89 kWh/m<sup>2</sup> de calor total. Esto se registró para la ciudad de Tulancingo. Por otro lado, el día con menor suministro de electricidad en la Ciudad de México fue de 1.58 kWh/m<sup>2</sup>, mientras que el día con mayor suministro fue de 0.78 kWh/m<sup>2</sup>. En conclusión, la revisión anual reveló que el sistema entrega en promedio 26.87 kWh/m<sup>2</sup> a la ciudad de Tulancingo y 27.19 kWh/m<sup>2</sup> a la Ciudad de México. Estas cifras se determinaron con base en la superficie de cada ciudad. Es concebible hacer las siguientes afirmaciones a la luz de los resultados de la evaluación dinámica:

que el sistema TW con material de concreto es una excelente solución de calefacción pasiva susceptible de implementarse en ciudades de México que tienen un ambiente templado subhúmedo.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Según Facelli & Mercado (2022) se desprende que el nivel de confort térmico en los casos en los que no hay muro Trombe es Bastante Frío, con valores medios anuales de PMV de -1,858, -1,752 y -1,630; en los casos en los que hay muro Trombe convencional, es Neutro, con valores medios anuales de PMV de -0,049, -0,314 y -0,259; y en los casos en los que hay muro Trombe con inserción de medios porosos, es Dado que el muro Trombe típico ofrece la relación coste-beneficio óptima, es la opción superior de sistema. Este estudio es esencial porque representa una alternativa eficiente de calefacción ecosostenible que mejora el nivel de confort térmico de las viviendas durante los meses más fríos del año. En otras palabras, hace que las casas sean más cálidas y acogedoras.

Según Ríos (2022) Balance de Actividades, 5S, Poka-Yoke y Gestión Visual con Equipos de Respuesta Rápida a través de un sistema ANDON son las tecnologías que se utilizan en este proceso. Los objetivos finales son lograr un flujo continuo, eliminar el desperdicio de tiempo, minimizar los tiempos de los ciclos y aumentar la productividad y la eficiencia en todas las operaciones del proceso. Al final, tras una evaluación de los efectos del proyecto en la economía, el medio ambiente y el personal, se llegan a conclusiones que completan la consecución de los objetivos propuestos y se hacen recomendaciones que alientan a seguir estudiando y analizando las mismas actividades. abordados en este proyecto con el fin de buscar incrementos adicionales en productividad y eficiencia, además del estudio de nuevos métodos para la mejora continua.

Según Cruz & Perlacios (2021) Para determinar cuál de los porcentajes daba el mejor rendimiento térmico posible, se aplicó una dosis proporcional de EPS a cada una de las combinaciones al 5%, 7% y 9%, respectivamente. El objetivo era determinar cuál de los porcentajes producía los mejores resultados. Al comparar las viviendas fue importante tener en cuenta que la hora más importante en el barrio son las cinco de la mañana, y esto se reflejó en los diagramas de comparación. Se determinó que las mezclas que tenían una proporción de EPS igual al nueve por ciento o más tenían un rendimiento térmico superior.

Según Ferrandiz et al. (2020) Todos los sectores de la industria de la construcción y todo el ciclo de vida de una vivienda se ven afectados por el cambio climático debido al contenido energético de los materiales utilizados en la construcción. El adobe se utiliza para aumentar el nivel de confort de una vivienda gracias a su conductividad térmica; sin embargo, no funciona bien en zonas frías. El material de cambio de fase (PCM) es una alternativa en este caso, ya que puede utilizarse para almacenar calor latente y aumentar la masa térmica de una estructura. Los resultados de este estudio indican que los sistemas muro Trombe-PCM, muro bloque de hormigón translúcido-PCM, falso techo-PCM, techo de hormigón-PCM, suelo alveolar-PCM y suelo de yeso-PCM son los adecuados para el aislamiento de los muros, techos y suelos de una casa de adobe. Además, la temperatura Imata en el interior de la casa aumenta un 320,28% gracias al sistema de aislamiento propuesto, y el nivel de confort en el interior de la casa aumenta un 42,71% en comparación con una casa de adobe sin PCM. Mientras tanto, el prototipo del sistema de paredes Trombe-PCM permite realizar ajustes antes de implantar el sistema a escala real.

Según Lapa (2020) se realizaron ensayos de albañilería para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de hormigón; los ensayos de variación dimensional y alabeo arrojaron resultados de 1,14% y 0,98 mm, respectivamente. Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de hormigón. En cuanto a los resultados de la resistencia a la compresión de las unidades, se obtuvo un valor de 77,77 kg/cm<sup>2</sup> en la dosificación R 0,6 - EPS 20, lo que determinó que la unidad de hormigón era de tipo II, y se encontró un valor de 31,24 kg/cm<sup>2</sup> en la dosificación R 0,8 - EPS 40, lo que determinó que las unidades no eran estructurales. Las pruebas de succión y absorción resultaron positivas, ya que sus resultados estuvieron dentro de los rangos aceptables para esas dos métricas. Aunque hay una media del 26,22% de huecos en las ranuras de cada unidad, se considera que las unidades son sólidas.

Según Dueñas et al. (2020) Aquí se desarrolla una investigación experimental del efecto del tereftalato de polietileno (PET) en la mezcla de hormigón sobre el confort térmico en una vivienda de nueva construcción. Esto se hace en tándem con una modificación novedosa del sistema trombe. Para ello, se espera que la producción y la incorporación del PET se ajusten a las normas del estudio que permiten inferir indirectamente la mejora del aislamiento térmico sin dejar de cumplir las limitaciones estructurales. También se describió en profundidad cómo se construyó la cubierta del prototipo de la casa utilizando una adaptación y mejora de la técnica del muro trombe. Los resultados de esta investigación demuestran que la eficiencia térmica de la casa prototipo mejoró significativamente gracias al método empleado.

Según Guzmán et al. (2018) La realidad actual de consumo excesivo y derroche de energía en el uso de las viviendas despierta nuestro interés y orienta nuestro trabajo en la búsqueda de un cambio de paradigma. Abordar la disfunción dependerá de la administración de una

variedad de medicamentos paliativos, a menudo costosos. Las soluciones aplicadas seguramente crearán grandes dificultades técnicas, limitarán la posibilidad de intervención y causarán problemas que afectarán a la sociedad en su conjunto.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Muro trombe**

Hay dos fuentes de calor en una pared Trombe. El primero es el método de convección. Hay dos conjuntos de respiraderos en la pared, uno cerca del suelo y otro cerca del techo. El aire en el espacio entre la pared y el acristalamiento se calienta con los rayos del sol y sale a través de los orificios de ventilación del techo. Las rejillas de ventilación del suelo traen aire de la habitación contigua. Un circuito de convección natural describe el camino que sigue el aire.

El muro Trombe almacena el calor del sol, otra fuente de calor. Mientras la temperatura de la pared sea más alta que la temperatura del espacio habitable, el sol calienta la pared y vuelve a irradiar el calor al resto de la casa. El calor almacenado permite que la pared continúe proporcionando calor después de que se haya puesto el sol. Este lapso de tiempo brinda a los sistemas de ganancia indirecta la ventaja de suministrar calor cuando se necesita sin hacer que el espacio habitable se sienta incómodamente cálido.

#### **2.2.1.1. características del muro trombe**

Estas numerosas manifestaciones han sido utilizadas por el ser humano en su propio beneficio. La energía solar o la irradiación solar es la fuerza motriz del movimiento de grandes cantidades de agua y aire, y es directamente responsable de la existencia de la vida. Las energías eólica, hidráulica, fotovoltaica, de biomasa y térmica, entre otras, dependen de

alguna manera de la energía del sol. No hay consenso sobre la clasificación de las energías renovables; una escuela de pensamiento considera que sólo las formas directas de incidencia solar son energía solar, mientras que otra sostiene que todas las energías renovables están de alguna manera ligadas al sol. Para el desarrollo de nuestro proyecto, abordaremos la energía solar y su categorización según las fuentes que promueven su aparición (Loaiza, 2013).

La energía fotovoltaica como material extraordinariamente barato puede mejorar el confort y generar riqueza. Teniendo en cuenta la escala del edificio, un aspecto en el que la fotovoltaica es particularmente relevante es la presencia de sistemas arquitectónicos: existe una variedad de dispositivos arquitectónicos que pueden mejorar el confort interior y la durabilidad del material utilizado en la construcción. Ejemplos de sistemas arquitectónicos son la fachada ventilada, el muro trombe, el invernadero solar y el sombreado estático, también conocido como brise soleil. Estos sistemas son detalles arquitectónicos diseñados para hacer un buen uso de fenómenos físicos específicos; la fachada ventilada, por ejemplo, tiene la función de reducir el sobrecalentamiento del material aislante en verano o en fachadas muy irradiadas, pero también contribuye, gracias al flujo de aire interior, a secar la humedad acumulada por el aislamiento durante la temporada de calefacción. Esta tecnología ha demostrado ser efectiva y estéticamente agradable; sin embargo, a pesar de un rendimiento menos eficiente, a menudo se prefieren soluciones más simples. De hecho, especialmente para el sector residencial, el revestimiento aislante sigue siendo mucho más destacado que la fachada ventilada. La razón puede estar en el precio, que es más elevado para la fachada ventilada, dado el mismo espesor de material aislante. El precio siempre ha jugado un papel en el posicionamiento de un material o una tecnología en un nicho o en el mercado masivo.

Entre los materiales de construcción, la fotovoltaica es la única capaz de producir electricidad; este es de hecho su objetivo principal y tiene el potencial.

### **Adecuado**

La calefacción y refrigeración pasivas de un edificio residencial ahorra una cantidad sustancial de energía. Como no es necesario utilizar combustibles fósiles para este propósito, también ayuda a reducir la huella de carbono. En las regiones frías, se requiere calefacción en la temporada de invierno, mientras que, en las regiones cálidas, es necesario reducir el efecto de la calefacción solar en la temporada de verano.

### **Para el clima**

El efecto del factor de empaquetamiento y la absorbencia en el calentamiento térmico de la habitación. Donde el grosor óptimo de la pared debe ser de 0,3 a 0,4 m para una nivelación de la carga térmica de 0,01 y un factor de disminución de aproximadamente cero para el calentamiento térmico. La pared Trombe convencional con cubiertas de vidrio y una pared modificada, donde la placa absorbente se separa de la pared. Concluyeron que la pared Trombe modificada es más eficiente ya que la pérdida de calor al ambiente por convección y radiación es menor para la pared modificada en comparación con la pared convencional.

### **Vivienda de adobe**

Adobe se compone de los materiales más básicos. Es la palabra española para ladrillo de barro y está hecho de arena, arcilla, agua y un material fibroso, generalmente palos o paja. Estos ladrillos datan de miles de años y fueron creados por pueblos indígenas ubicados en el

suroeste, Mesoamérica y los Andes de América del Sur. Lo notable de este material es que son increíblemente duraderos y aislantes.

Debido a su mayor masa térmica, los adobes tienen un factor R elevado dependiendo de la densidad de los materiales. Y cuando se usa Pared de adobe para formar un muro diseñado para atrapar la energía solar, donde una pared de muro Trombe es una pared de ladrillos de adobe construida en el lado del sol de invierno de una estructura. La pared de ladrillo se encuentra en el lado interno de la casa y en el lado externo, una ventana de vidrio transparente frente a la pared. A través del día de invierno, el sol brilla a través del vidrio, calentando los ladrillos de adobe. Luego, durante la noche, los ladrillos liberan calor lentamente en la casa. Este es un diseño ingenioso que no requiere engranajes, mecanismos o electricidad y es completamente limpio para el medio ambiente. Debido a sus características sostenibles y estéticamente agradables, los datos muestran que las casas con ladrillos de adobe son más valiosas que las que no las tienen.

### **Cantidad de calor**

la energía solar utilizada en aplicaciones arquitectónicas para la sostenibilidad. En este contexto, se deben considerar elementos de estructura adecuados para utilizar la energía solar de manera activa o pasiva y para disminuir las pérdidas de energía. Mediante el uso de dispositivos solares pasivos en el diseño de edificios, el requisito de energía de los edificios se puede reducir en gran medida. En el diseño pasivo, la dirección y ubicación de los edificios y las características de los materiales de construcción son los criterios que deben tenerse en cuenta. Se sabe que, desde la antigüedad, la gente ha utilizado gruesos muros de adobe o piedra para atrapar el calor del sol durante el día y liberarlo lenta y uniformemente durante



la noche para calentar los edificios. Los edificios de bajo consumo de energía de hoy en día a menudo se desarrollan con esta técnica antigua mediante la incorporación de un sistema de almacenamiento térmico y eficiente

### **2.2.2. Láminas EPS**

También llamado poliestireno expandido (EPS) está formado por esferas de poliestireno con aire en su interior; las esferas tienen un vacío del 98% en su volumen; el aire que contienen actúa como aislante térmico. Si la densidad aparente es baja, el coeficiente de conductividad térmica es alto debido al aumento de la transmisión de calor por efecto de la radiación entre las paredes celulares, pero si la densidad aparente aumenta incluso 50 kg/m<sup>3</sup>, el coeficiente de conductividad disminuye, lo que hace que la densidad aparente sea un parámetro valioso a tener en cuenta.

### **Aislantes térmicos: tipos de materiales**

Para empezar, debemos ponernos de acuerdo sobre lo que queremos decir cuando decimos aislamiento térmico. Este término se refiere a una clase de materiales de construcción cuyo propósito principal es retardar el flujo de calor a través de una estructura determinada.

Por ejemplo, los aislantes térmicos se pueden clasificar según el tipo de material aislante que utilizan o la forma en que se presentan al usuario. En cuanto a las propiedades de aislamiento térmico del material, podemos clasificarlo en:

Aisladores artificiales. En su construcción se utilizan plástico, polímeros a base de petróleo y otros materiales sintéticos.

En cuanto a calor, lo hacen admirablemente. El poliestireno expandido (EPS) es la opción más popular. Por su densidad y baja conductividad térmica, es uno de los aislantes más utilizados.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Método y alcance de la investigación

#### 3.1.1. Método: Científico

Según su argumento realizado por Zarate et al (2017), hay tres fases que deben completarse para producir nuevos conceptos y leyes científicas: La primera fase consiste en observar los hechos más importantes, la segunda en identificar las teorías que pueden explicar estos hechos, y la tercera en crear inferencias a partir de estas teorías sobre las conclusiones que podrían ponerse a prueba mediante investigaciones y evaluaciones basadas en los hechos observados.

La investigación comenzará con una inspección de primera mano de las fracturas de hormigón que se producen mientras el material es todavía flexible. Los datos obtenidos incluirán la dirección, la longitud y el tiempo de desarrollo de las grietas en un patrón particular, así como comparaciones con una mezcla reforzada con fibra añadida al volumen en cantidades variables.

En esta investigación específica se aplicará una técnica científica.

#### 3.1.2. Tipo: Aplicada

La investigación aplicada según Málaga et al (2008), incluye el desarrollo de nuevos avances técnicos basados en la información recogida en la investigación estratégica a lo largo del tiempo. A continuación, se revisa esta información para ver si puede utilizarse eficazmente para todos los fines establecidos con menos o más refinamiento. Esta investigación nos proporcionará información aplicable a todos los escenarios.

Este tipo de estudio, por ejemplo, no sólo ayudará a reducir las grietas, sino que también aumentará la dureza y la resistencia del hormigón proyectado.

Nuestra investigación se ajusta a los requisitos de la investigación aplicada en comparación con la teoría investigada.

### **3.1.3. Nivel: Explicativo**

Según Jiménez (1998), para entender hasta qué punto puede explicarse la incertidumbre conocida es necesario comprender las relaciones causales entre causas y efectos, que en este investigación es primordial la formulación de hipótesis que permitieron la explicación de los orígenes de fenómenos ilógicos o muy similares.

El grado de aplicabilidad de nuestro estudio sería cómo la adición de polipropileno, una fibra sintética, al hormigón evita la creación de fracturas producidas por la contracción plástica.

A la luz de estos antecedentes, se determina el nivel de explicación del presente estudio.

## **3.2. Diseño de investigación**

### **3.2.1. Diseño: Experimental**

Se asumió que el diseño experimental, ya que se realizaron modificaciones en una o mas variables de la investigación, viendo como controlar el incremento o la disminución de las variables de estudio, y como las mismas tuvieron cambios al momento de ser observados en cada proceso, donde la experimentación comprendido la modificación arbitraria con diferentes estimaciones de datos tanto en la variable dependiente como tuvo su efecto en la variable dependiente con su respectiva evaluación.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población según Hernández et al (2006), explica que es un conjunto de los componentes en general que son determinados por características especiales.

Los mismo que pertenecen a la investigación, donde la población es el todo, por lo que para la presente es las viviendas de adobe, que no tenga ninguna instalación de muro trombe.

#### **3.3.2. Muestra**

Para lo cual la muestra según Hernández et al (2006), es el sub grupo o parte de la población, con diferentes criterios para su selección que son pertenecientes.

Por el tipo de investigación, la muestra fue determinada por los autores, siendo seleccionada la una vivienda de adobe, no empleando ningún muestreo no probabilístico.

#### **3.3.3. Muestreo: No probabilístico**

Según Hernández et al (2006) menciona que el muestreo no probabilístico es donde el sub grupo de individuos que pertenecen a la población donde los elementos no dependen directamente de la probabilidad si no de cada característica en particular.

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

#### **3.4.1. Técnica: Observación directa**

Según define Arias (2012) respecto a la observación directa es un estrategia que es considerada en ver o fotografiar sistemáticamente cualquier hecho, incidente o circunstancia que ocurra en la naturaleza o en la sociedad, de acuerdo con unos objetivos de estudio predeterminados.

En esta investigación, la información se recogerá mediante la observación directa.

### **3.5. Procedimiento.**

#### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

##### **1. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA.**

Se ubicó la vivienda en la cual se va a implementar el muro trombe la cual está ubicada en el departamento de Puno, provincia de Puno, distrito de Puno, en el centro poblado la Huerta Huaraya ubicada a unos 10km del centro de la ciudad de Puno, se tarda en llegar unos 12 minutos desde el centro de la ciudad, la accesibilidad para llegar a dicha zona no es muy óptimas ya que el único tramo de llegar es una carretera afirmada en deterioro el cual dificulta llegar y trasladar los materiales.

##### **2. DIAGNÓSTICO DE LA VIVIENDA**

La vivienda fue construida el año 2003, por lo cual se apreció que la vivienda ya presenta problemas de deterioro a causa del paso del tiempo y el factor atmosférico de la zona.

Primeramente, se apreció que existía erosión en pequeños tramos de la vivienda principalmente en los muros exteriores de la vivienda ya que este deterioro es producido por la exposición directa al viento, lluvia, temperaturas bajas y también a que los muros exteriores no estaban enlucidos con algún material (yeso, cemento, etc.) que proteja los muros de los agentes atmosféricos.

##### **3. REPARACIÓN DE LA PARED DE LA VIVIENDA.**

El primer paso es revisar el techo para evitar goteos lo cual estaba en óptimas condiciones la causa de la erosión era las lluvias en temporadas de avenidas luego se localizó las zonas donde se presentaba erosión y reparar las pérdidas de adobe y mortero lo cual fue en mínima parte luego se procedió a uniformizar el muro y humedecerlo con agua luego se procedió a hacer un enlucido a base de barro y con bastante paja, la cual se colocó de manera rústica en el

muro (se hizo bolas de la mezcla y se apretó con fuerza a la pared), se colocó con dos capas, la primera capa fue de 2.5 cm y la segunda capa fue de 1cm lo cual se dejó secar por una semana.

#### **LAS ZONAS EN RESTAURACIÓN FUERON**

Marco de la puerta, muro posterior de la vivienda, zonas donde haya orificios donde pueda ingresar el flujo de aire a la vivienda.

#### **4. TOMA DE MUESTRAS DE TEMPERATURA (vivienda ya reparada):**

La toma de muestra se hizo ya hecha las reparaciones de la vivienda, la recolección de datos fue con un hidrómetro de la cual se puede obtener tres datos (temperatura interior, temperatura exterior, el porcentaje de humedad), tomando en un intervalo de 5 minutos fueron recolectados los datos, lo cual se logró recolectar 289 temperaturas las cuales fueron tomadas los días.

#### **5. IMPLEMENTACIÓN DEL MURO TROMBE**

Medición de los muros a los cuales se instalará el calefactor.

El diseño del colector será de acuerdo a las medidas del muro de la vivienda en la cual se va a proceder a colocar el calefactor las cuales están mostradas en el plano detallado.

Las paredes de la vivienda ya fueron reparadas en el paso anterior la cual se reparó de grietas.

El muro al que se va instalar el calefactor tiene que ser el que tenga mayor exposición directa al sol en los meses de invierno.

Se procedió a hacer las respectivas compras del material

Primeramente, se llegó a comprar madera seca. Pintura mate color negro, tubo de PVC de 2in, una brocha gruesa, yeso, silicona líquida, vidrio sodocálcico (vidrio común), 4 varillas de fierro de ½in de 30cm de largo, listones de madera de 1inx1in, clavo de 3in, clavo de 1in,

las cuales se adquirió en la ciudad de Puno, se llevó al destino del proyecto que está ubicado a 30 minutos, en el centro poblado de Huerta.

Se midió desde el suelo a una distancia de 45 cm a la pared en ambos lados se unió con una regla ambos puntos marcados y se niveló con un nivel de burbuja lo cual se procedió a marcar con una tiza, luego se procedió a marcar la línea superior y las líneas laterales.

En las partes laterales del muro se midió a la mitad y a unos 5cm, en la parte superior e inferior de la línea procedió a perforar la pared con un cincel la perforación tiene un diámetro de 2in, se realizó 4 agujeros y estos permitirán el ingreso y salida del aire hacia el interior de la vivienda.

Se cortó 4 und 40cm de tubo de PVC y se introdujo él tuvo dentro de los 4 orificios.

Se sellaron con barro el contorno de los tubos colocados en la pared de adobe lo cual permitirá que no filtre el aire por los costados.

Se procedió a incrustar las 4 varillas de fierro de 1/2 in en la parte superior las cuales van a servir de soporte para nuestro calefactor.

Se procede a pintar la superficie del muro de color negro con la pintura mate, se realizó dos capas de pintura y dejó secar por un día.

Se corta la madera de acuerdo al plano detallado del calefactor.

Presentamos el calefactor y procedemos a unir con los clavos de 3in todas las uniones internas y externas que presenta el calefactor

Colocamos los listones de madera al interior del marco 1cm dentro del marco lo cual ayudará a sostener el vidrio.



En la cara del calefactor se hacen unos cortes de 5cmx5cm en dos partes lo cual genera la comunicación entre cámara y cámara del calefactor y el procedimiento se repite en el marco interno del calefactor.

Procedemos a colocar definitivamente nuestro calefactor a la pared preparada y pintada, será soportada por las varillas colocadas en la pared, en la parte inferior se colocó tres listones de madera en cada extremo y mitad del calefactor para reforzar.

Con yeso procedemos a sellar el contorno del calefactor para evitar ingreso de flujo de aire frío al calefactor.

Colocamos silicona líquida en todo el contorno del marco del calefactor y, con mucho cuidado, ~~procedemos~~ a colocar los vidrios, aseguramos los vidrios en el contorno del marco del calefactor con clavos de 1pulg en los cuatro lados de la cámara del calefactor y se repite el procedimiento para todas las cámaras del calefactor.

### **TOMA DE MUESTRAS DE TEMPERATURA (implementado el muro trombe):**

La recolección de datos fue con un hidrómetro de la cual se puede obtener tres datos (temperatura interior, temperatura exterior, el porcentaje de humedad), se obtuvieron los datos y se tomó en un intervalo de 5 minutos, lo cual se logró recolectar 289 temperaturas las cuales fueron tomadas las fechas 07/06/2022 al 08/06/2022.

## **6. MEJORAMIENTO DEL MURO TROMBE IMPLEMENTANDO LÁMINAS DE EPS EN LOS MUROS EXTERIORES DE LA VIVIENDA.**

Se compraron los siguientes materiales: láminas de EPS de 3/4in (láminas de Tecnopor), Cemento Portland IP, agregado fino(arena), malla alambre galvanizado hexagonal 3/4 in, Clavos de 3in, agua.

Primeramente, se colocó las planchas de láminas de EPS en la pared luego se procedió a fijar las láminas de EPS con la malla de alambre galvanizado hexagonal 3/4in, se fijó la malla con los clavos de 3in incrustando a la pared o cual la malla serviría para que las láminas de EPS estén apegada a la pared y funcionan como aislante térmico y acústico.

Se procedió a preparar el mortero con una relación 1:5 (cemento, agregado fino, agua) para el recubrimiento de la pared y con un espesor de 2.5cm

Al día siguiente se procedió a curar las paredes intervenidas.

### **TOMA DE MUESTRAS DE TEMPERATURA (incluidas con lamias EPS):**

la recolección de datos fue con un hidrómetro de la cual se puede obtener tres datos (temperatura interior, temperatura exterior, el porcentaje de humedad), para la recolección de datos se tomó un intervalo de 5 minutos, lo cual se logró recolectar 289 temperaturas las cuales fueron tomadas las fechas 21/06/2022 al 22/06/2022

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

Como método de análisis se utilizó la estadística descriptiva para determinar la frecuencia, los parámetros de tendencia central y la dispersión, mientras que la estadística inferencial se empleó para comparar y evaluar diversas hipótesis. Para el tratamiento de los datos se utilizaron los programas Excel y SPSS26.

### **3.7. Aspectos éticos.**

En la investigación, se tuvo en cuenta y se practicó los siguientes principios éticos que se considera son de vital importancia como: la justicia, la beneficencia, la autonomía y la no maleficencia.

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS - RESULTADOS**

### **4.1. Descripción de la zona de estudio**

#### **4.1.1. Ubicación**

El área del lago Titicaca es de aproximadamente 8.400 km<sup>2</sup>, lo que lo convierte en el segundo lago más grande de América del Sur después del lago Titicaca (15°13'19"-16°35'37" Sur; 68°33'36"-70°02'13 " Oeste). Se considera el lago navegable más alto del mundo debido a su ubicación a 3.810 metros sobre el nivel del mar y su elevación. Es el quinto departamento más grande del país y tiene una superficie total de 71.999,0 km<sup>2</sup> (lo que representa el 6,0 por ciento del territorio nacional). Limita al norte con la zona de Madre de Dios, al este con la nación de Bolivia, al sur con la región de Tacna y Bolivia, al oeste con las regiones de Moquegua, Arequipa y Cusco, y al este y al oeste con Bolivia.

#### **4.1.2. Características de la zona de estudio**

En la sierra andina específicamente en el departamento de Puno, ubicado en la localidad de Huerta Huaraya a 15 minutos de la ciudad de Puno, casas tradicionales de adobe tienen dos o más pisos. Estas construcciones no suelen estar reforzadas si tener un mantenimiento. Sin embargo, el adobe sigue siendo la mejor solución para las viviendas no solo para la gente pobre, sino también para poder combatir las bajas temperaturas que presenta por estar a más de 3825 msnm, como, por ejemplo, se encuentran Hoteles que están hechos de adobe, como el Hotel Castillo que se encuentra por el distrito de Platería a 45 minutos de la ciudad. Siendo este hotel el más visitado, que tiene vista al lago más alto y navegable del mundo, con su espectacular visión y sus ambientes cálidos, porque están hechos de adobe además son el único material disponible adecuado para las paredes debido a sus propiedades térmicas. En

este proyecto se pensó como mejorar estas bajas temperaturas que se han dado en la temporada de invierno. No solo con el uso del Muro trombe que si bien es cierto pierde su eficiencia y efectividad a partir de la media noche.



Figura 1. Muro trombe en Platería, diseño forma y modelo - Ministerio de vivienda

*Respecto a la figura 1. “MEJORAMIENTO DE VIVIENDA RURAL EM EL CENTRO POBLADO HUITTO-DISTRITO DE CHUCUITO; CENTROS POBLADOS DE ISLA CHILATA, ISLA QUIPATA, Y KAJATA - DISTRITO DE PLATERIA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO” La población de distrito de Platería, estuvo en un inicio muy conforme respecto a la construcción de viviendas con instalación de muro trombe, por las bajas temperaturas que descienden durante el año, no habiendo una variación significativa en ninguna estación del año, porque en temporada de verano, llueve con momentos de temperaturas bajas y en temporada de otoño no se siente, bien hace vientos o nuevamente baja la temperatura, es por lo que el Ministerio de Vivienda, en el 2010, propuso la construcción de este tipo de viviendas con muro trombe para que la*

*población pueda soportar el frío en el cual viven y seguir sus actividades, reduciendo la mortalidad de infantes y adultos a causa del frío, que al complicarse sufren pulmonías.*

En una vivienda de adobe que se instala. Una superficie acristalada, una cámara de aire y una masa térmica componen el colector de energía solar, que eleva la temperatura interior de la casa entre 12 y 17 grados. Debido al efecto invernadero, los rayos del sol que inciden en la superficie acristalada calientan el aire dentro de la cámara. El montículo de tierra (adobe o ladrillo) situado detrás de la cámara de aire impide el enfriamiento y la salida del aire caliente, y retiene el calor creado. El aire calentado en la cámara circula por convección y entra en la vivienda a través de seis conductos con un diseño único.

#### **4.2. Elección de sitio y vivienda**

Para la elección del terreno se tomó en cuenta aspectos de accesibilidad, cercanía, tipo de vivienda, antigüedad y clima. Para lo cual se tuvo dos opciones:

Tabla 2. Opciones para la elección de lugar

Opción	Ubicación	Accesibilidad	Distancia	Vivienda	Antigüedad	Clima
Primera	Huerta Huraya	SI	12 min	Adobe	200 años	Min: -6° C Max: 22°C
Segunda	Platería	SI	45 min	Adobe	58 años	Min: 2° C Max: 24°C

Por la decisión del equipo de investigación, por la accesibilidad y el clima se tomó la primera opción para poder realizar el presente trabajo de investigación. El terreno estuvo ubicado en una zona donde cuenta con las características acordes para un espacio seguro en la que predominen aspectos que permitan conectar el espacio natural con el artificial donde exista tranquilidad para que posibiliten potenciar la seguridad y hacer un buen uso de los espacios.



Figura 2. Localización de la vivienda seleccionada

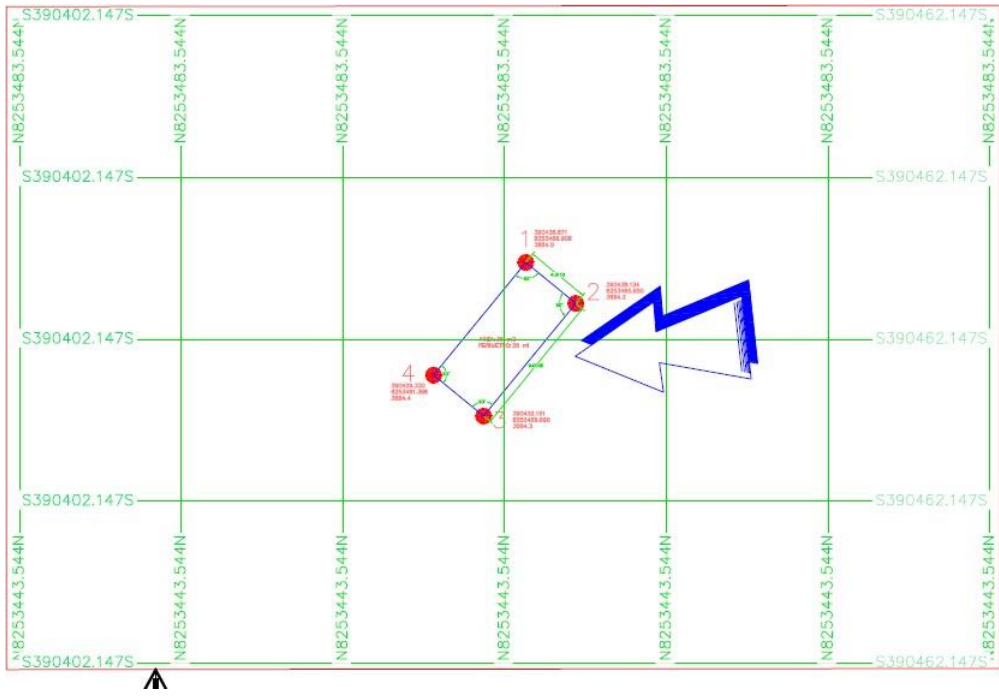


Figura 3. Plano de Ubicación

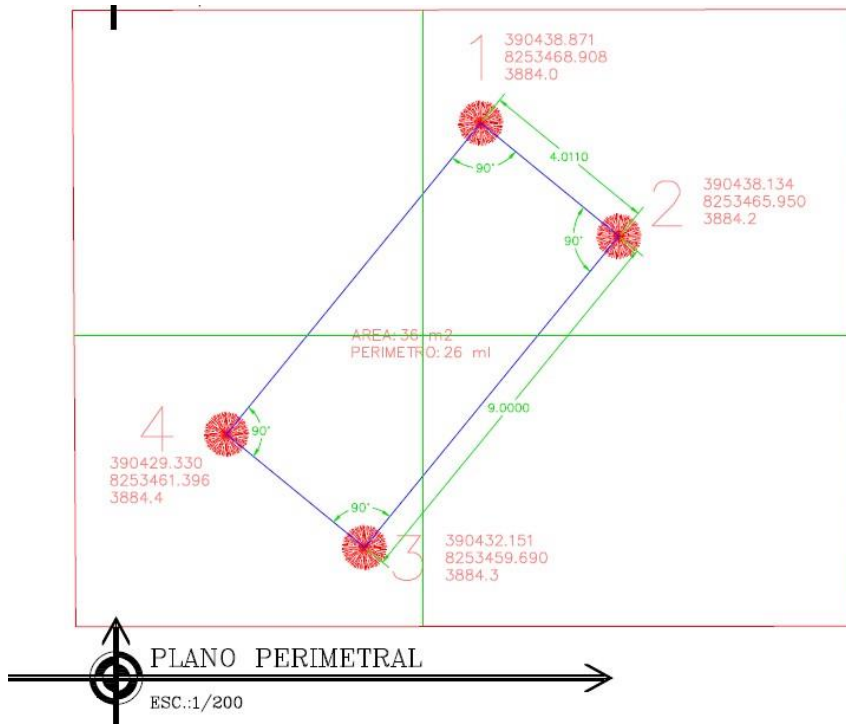


Figura 4. Plano Perimetral del Predio



Para lo cual se realizó el primer objetivo específico, que fue determinar el sistema de muro trombe que es adecuado para una vivienda de adobe.

#### **4.2.1. Análisis de la vivienda**

La eficiencia energética de un muro trombe que construimos en conjunto con la casa por supuesto cuando decidimos construir en este lugar que por ejemplo no tiene línea de gas para usar el gas como calefacción pensamos en tratar de utilizar el recurso solar para calefaccionar la casa e investigamos un poquito y lo que encontramos como algo que se utiliza comúnmente para calefaccionar casas es el sistema solar pasivo de muro trombe, un muro trombe es esencialmente un gran bloque de material en este caso de hormigón la única función que tiene es absorber calor a través de una superficie expuesta al sol y pintada de negro para hacerla más eficiente en cuanto a la cantidad de calor que puede absorber tiene además un frente el vidriado en este caso es policarbonato para evitar que el aire ambiente lo enfría el aire que se calienta en la superficie de este muro es por convección circula hacia el interior de la vivienda a través de agujero que tiene practicado en la parte superior e ingreso de la vivienda el aire frío por la parte inferior del muro se produce una circulación natural y no forzada del aire que es calentado en el mundo eso es básicamente el concepto obviamente que el muro se el espesor que tiene capacidad de absorber el calor y que lo puede liberar lentamente cuando no hay sol una vez que se ha calentado durante el día tiene un poco más de calor reservado para entregarlo de noche una cosa importante para estas latitudes es darle una inclinación a la pared por eso ustedes ven que el muro está inclinado y eso tiene que ver con la transferencia de la luz cuando incide en una superficie si la máxima transferencia de energía se da cuando los rayos solares inciden perpendiculares a la superficie entonces nosotros elegimos orientar el muro para la posición del sol en el solsticio de invierno o sea que nuestro muro en términos

de eficiencia de absorción de energía está optimizado para el solsticio de invierno para los meses más fríos exactamente o sea los meses más fríos el muro está trabajando de su forma más eficiente bueno una de las de los divertimentos que tomamos en este proyecto fue el intentar medir en general si uno busca sobre muro trombe hay muchísimas cosas escritas y encontramos en realidad pocas cosas medidas no quiere decir que no hagas pero nos interesa entonces tratar de instrumentar el muro y poner elementos de medición que nos permita conocer qué eficiencia realmente tiene en la transferencia de calor de lo que el sol emite y cuánto es lo que va a pasar a la vivienda para eso hemos colocado sensores de temperatura durante la construcción del muro fueron quedando cerca de las paredes cerca del interior de la vivienda cerca de la superficie del muro y también sensores de temperatura tanto del interior como del exterior de la vivienda además agregamos un sensor de radiación solar como para tener la referencia de con cuánto sol estamos hablando en el momento de medir la cantidad de calor que tenemos en el interior también medimos pero no de forma no en forma de registros podemos medir el caudal de aire que circula con lo cual esto nos va a dar una buena idea de la eficiencia que tiene el muro en el proceso de transformación de calor si bien el concepto del muro trombe puede realizarse de muy distintas formas nuestra idea con la instrumentación del muro que construimos es al menos poder obtener una eficiencia por metro cuadrado del muro que construimos y como para luego digamos difundir esos datos comunicar los para que aquel que quiera construir tenga al menos una referencia de las condiciones que nosotros construimos cuánto es la energía que se puede capturar del sol con este sistema y por otro lado si nos interesa tener un parámetro de eficiencia del proceso completo sí es decir con tanto sol afuera cuanto a qué temperatura puedo poner el aire de la

casa bueno espero que les haya sido de utilidad la información que les dimos sobre este instrumento de esta máquina sigue siendo una máquina térmica del muro.



Figura 5. Deteriore de la vivienda de adobe

Restauración de la vivienda de adobe a causa de la erosión, en puntos donde se pierde cantidades de aire caliente.

En la figura, se muestra el deterioro de la vivienda, lo cual no traerá una pérdida de calor si no se realiza un mantenimiento previo verificando rajaduras o cualquier parte sobresaliente (que no esté la pared de forma pareja) ya que no permite que pueda adherirse cualquier tipo de lámina EPS.

En otras palabras, es necesario verificar el estado de la vivienda de adobe siempre cuando se realice la instalación del muro trombe.

#### 4.2.2. Estudios con el uso de temperatura.

La principal herramienta para verificar los cambios de temperatura



Figura 6. Termohigrómetro para interior y exterior Coolbox 2 pantallas

Instrumento de medición de temperatura TERMOHIGRÓMETRO, marca Coolbox.

El termohigrómetro cuenta con la certificación de calibración N° ZS-TH-555-2022, 9 de mayo de 2022, en la empresa ZAMTSU quien es una de las empresas que tiene autorización a calibrar y homologar este tipo de certificados.

Con el resultado, los resultados del documento mencionan que son válidos únicamente para el equipo calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones.

También se menciona incertidumbre reportada en el presente certificado se basa en una incertidumbre patrón combinada y multiplicada por un factor de cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza de 95%.

Con fin de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde.

El tiempo mínimo de estabilización fue al menos de 30 minutos.

## Objetivo general

Proponer la mejora de la eficiencia del muro trombe utilizando cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad de Puno, 2022.

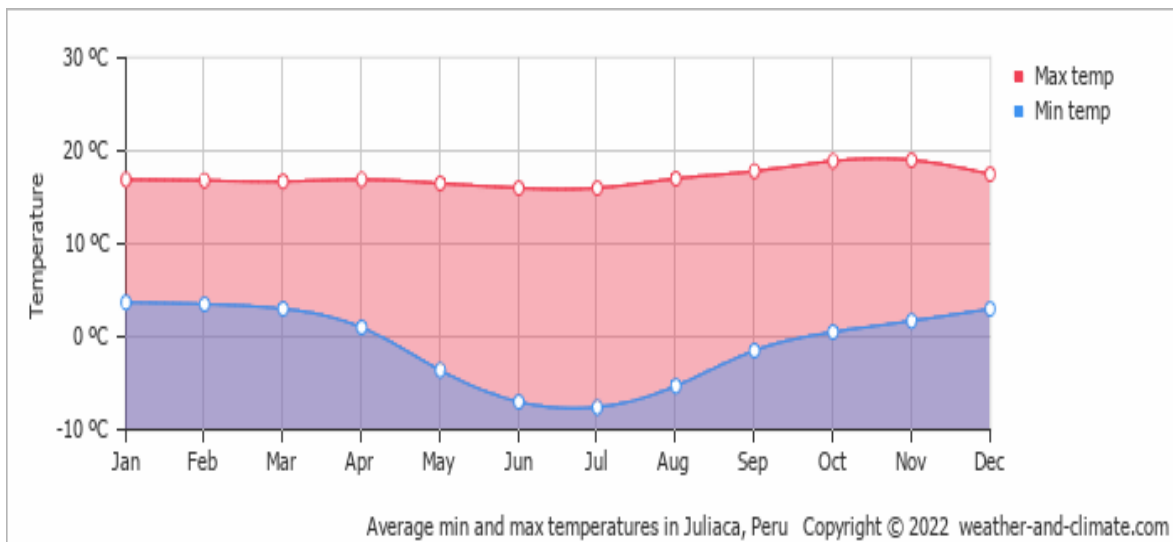


Figura 7. Temperatura promedio del año

Según la figura 6, la temperatura promedio del año en la ciudad de Puno, no llega a ser máximo un promedio de 16°, y mínimo hasta menos de 10° centígrados, por lo que es necesario una temperatura que es necesario dentro de una vivienda para poder encontrar el confort, es necesario utilizar mecanismos que ayuden a llegar como mínimo a los 20° centígrados como una temperatura promedio de confort térmico.

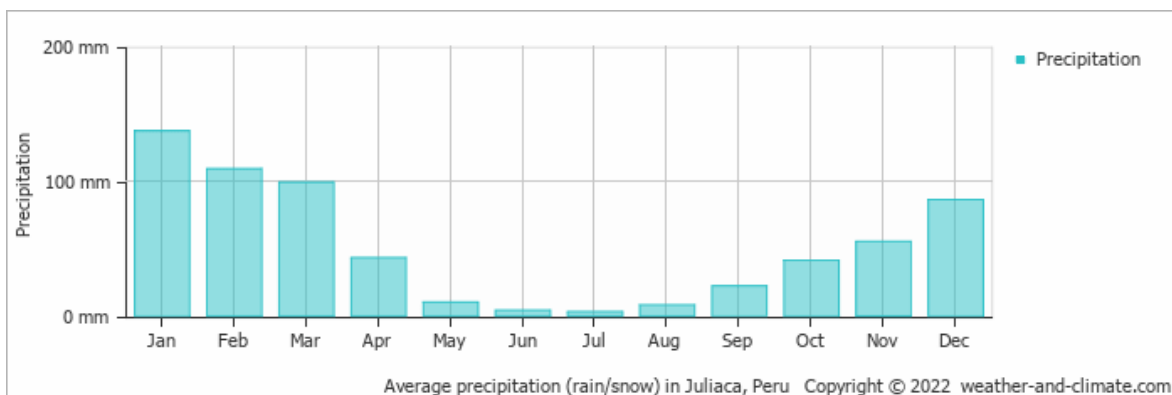


Figura 8. Precipitaciones en la ciudad de Puno

En la figura 7, se muestra que las precipitaciones llegan a ser en los meses de enero a abril, donde la temperatura también es estable, pero en los meses de mayo, junio, julio agosto y septiembre, bajan y la temperatura también descende, por lo que es necesario tener mecanismo para poder tener adecuadamente la temperatura.

Tabla 3. Temperaturas promedio con láminas EPS

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Sin muro trombe	72	8.3403	1.24716	0.14698
	216	14.4139	2.89728	0.19713
Con muro trombe	72	11.2792	1.23778	0.14587
	216	14.9098	2.85693	0.19439
Muro trombe y láminas EPS	72	15.1431	1.10617	0.13036
	216	15.939	2.85137	0.19401

Según la tabla 3, donde se obtuvo sin muro trombe 8.3403, seguido de con muro trombe 11.2792 y finalmente muro trombe y láminas EPS 15.1431, donde la mayor cantidad de temperatura promedio fue de 15° centígrados.

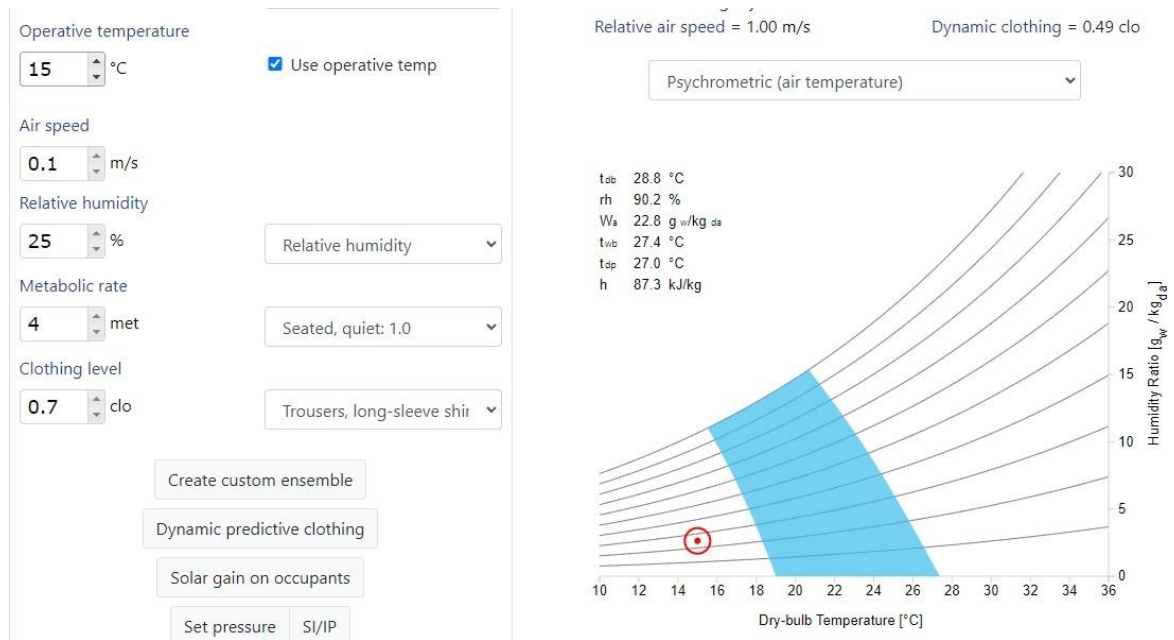


Figura 9. Temperatura promedio cerca del confort térmico

En este gráfico psicrométrico, la abscisa es la temperatura de bulbo seco y la temperatura radiante media (MRT) es fija, controlada por el cuadro de entrada. Cada punto del gráfico tiene el mismo MRT, que define el límite de la zona de comodidad. De esta forma se puede ver cómo los cambios en la TRM afectan al confort térmico. También puede seguir usando el botón de temperatura operativa, pero cada punto tendrá el mismo MRT.

Límites de aplicabilidad: esta norma solo es aplicable a personas sanas. Esta norma no se aplica a los ocupantes: a) cuyo aislamiento de la ropa exceda de 1,5 clo; b) cuya ropa sea altamente impermeable; o c) que estén durmiendo, recostados en contacto con la ropa de cama o que puedan ajustar las mantas o la ropa de cama.



Las herramientas de confort CBE calculan automáticamente la velocidad relativa del aire y el aislamiento dinámico de la ropa.

GRÁFICO PSICOMÉTRICO DE GIVONI

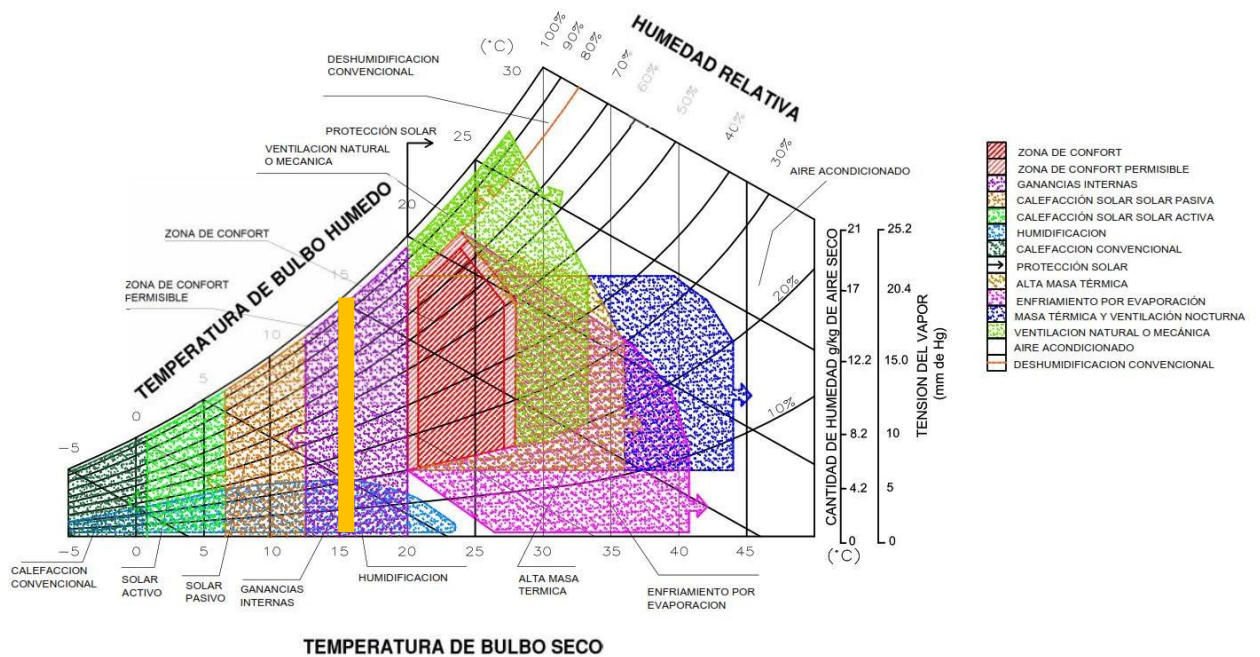


Figura 10. Temperatura promedio según GIVONI

Lo que indica GIVONI, que para llegar a la temperatura confort, dentro de una vivienda, tiene que ser a veinte grados, y al haber obtenido ganancias de calefacción convencional, que es el primer paso como es el uso de viviendas de adobe, segundo adaptar lo solar activo, como es el uso de muro trombe, pero al perder durante la media noche el calor almacenado por el muro trombe, se obtuvo mejores ganancias cuando fue utilizado las láminas laterales de EPS, para que poder obtener el calor almacenado y tener las ganancias internas al máximo.

### Primer objetivo específico

Evaluar la temperatura constante de la vivienda de adobe.

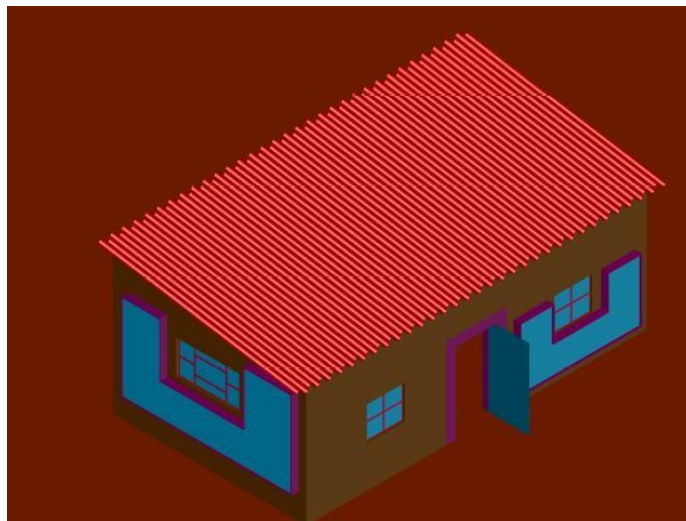


Figura 11. Vivienda 3d

Modelación de vivienda de adobe en 3d.

El diseño de mezcla es un proceso en el cual se realiza la selección de los materiales que permitió realizar la construcción del muro trombe. Pero antes se tomo las temperaturas lo cual llevo al siguiente resultado.

Tabla 4. Resultado de temperatura promedio sin muro trombe

N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Sin muro 288	12,8955	3,68970	,21742

trombe

Por lo que la temperatura promedio llega a ser 12.8955 grados centígrados. Durante el transcurso de las 24 horas del día

Tabla 5. Temperatura antes de la instalación de muro trombe día

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
T EXTERIOR C	16	6,30	9,40	7,8500	,13570
T INTERIOR C	16	12,90	14,30	13,6000	1,0117
RH (HUMEDAD)	16	34,00	38,00	36,3481	1,27986
N válido (por lista)	16				

En la tabla se evidencia que la temperatura mínima en el interior de la vivienda durante el día es de 12.90 grados centígrados.

Tabla 6. Temperatura antes de la instalación de muro trombe noche

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
T EXTERIOR C	16	,30	4,90	3,1000	1,58787
T INTERIOR C	16	10,20	14,10	12,2000	1,47241
RH (HUMEDAD)	16	32,00	37,00	35,3750	1,40831
N válido (por lista)	16				

Tabla 7. Temperatura antes de la instalación de muro trombe madrugada

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv.
					Desviación
T EXTERIOR C	16	-2,20	,00	-,7437	,51636
T INTERIOR C	16	10,40	11,30	10,8750	,26204
RH (HUMEDAD)	16	31,00	33,00	32,3750	,88506
N válido (por lista)	16				

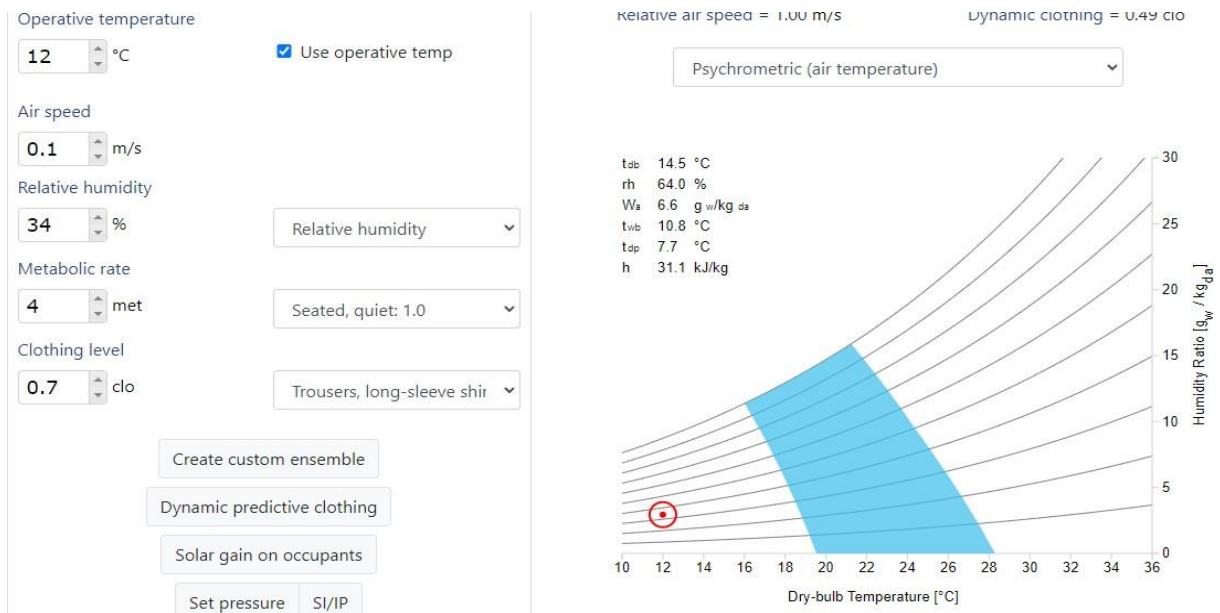


Figura 12. Operatividad de la temperatura sin muro trombe

GRÁFICO PSICOMÉTRICO DE GIVONI

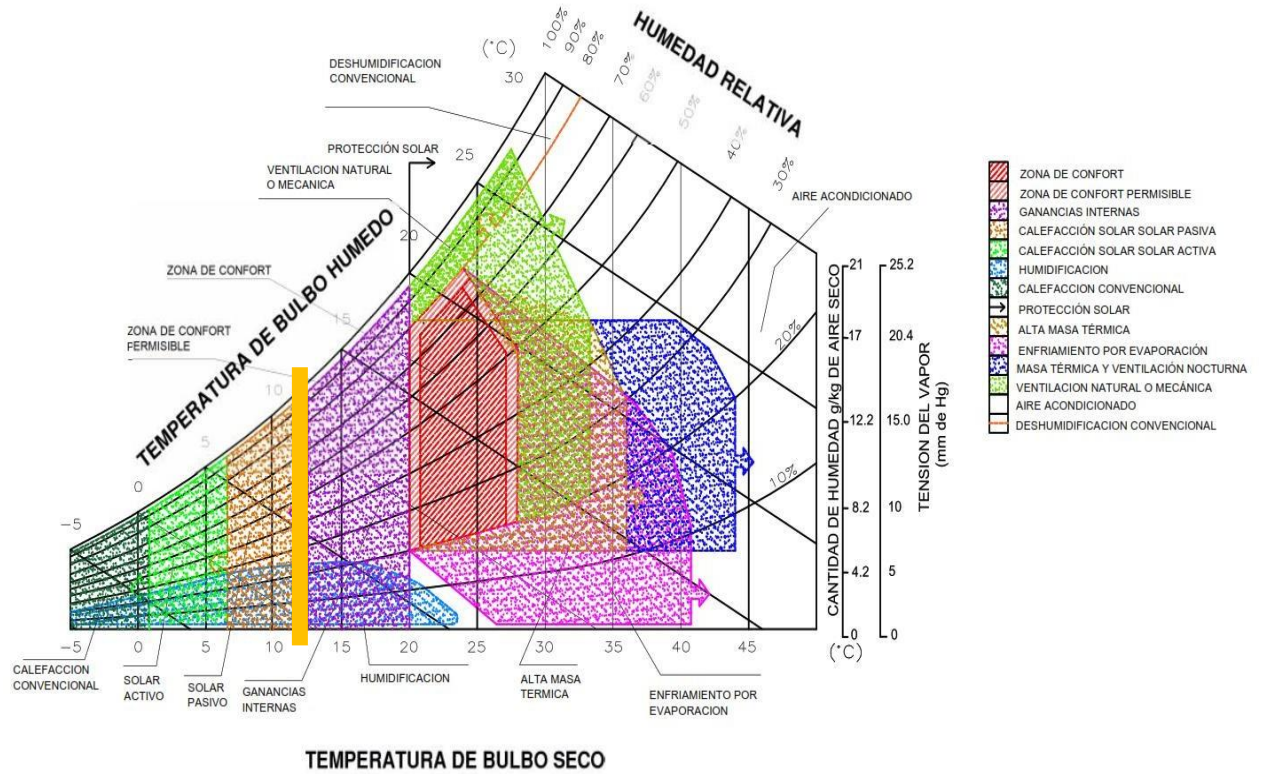


Figura 13. Temperatura confort sin muro trombe

Según la temperatura promedio, llega a 12° centígrados, por lo que necesita obtener toda la ganancia posible para mejorar, para poder llegar al confort térmico.

Tabla 8. Influencia de la temperatura para el confort termico

<b>Prueba para una muestra</b>						
Valor de prueba = 9						
					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Sin muro trombe	17,917	287	,000	3,89549	3,4676	4,3234

En la tabla 6, se evidencia estadísticamente que, si tiene una influencia significativa la vivienda de adobe para el confort térmico, pero aún no llega al punto de quiebre necesario, siendo menor de lo establecido por GIVONI.

### Segundo objetivo específico

Evaluar la temperatura después de instalar la tecnología del sistema de muro trombe para la vivienda de adobe.

Para la elaboración del muro trombe, primero, se realizó la compra de materiales de buena calidad, como, maderas, clavos, vidrios, tubo PVC, silicona, lija, pintura y yeso. Para su posterior transporte hacia el lugar elegido.



Figura 14. Cintas de madera para la construcción del muro trombe

Selección de material para la construcción del muro trombe, la cual se tiene que tomar una madera dura y consecuentemente económica.

Es importante tener cintas de madera, pero que estén secas y que sean acordes a la zona, porque el tipo de madera puede diferir de acuerdo a cada zona. Teniendo que llevarlos no cortados a la media, sino en cintas largas.



Figura 15. traslado de los materiales

Transporte de materiales para la ejecución, las cuales se consideró previsto el flete del mismo

Por la distancia en la que se encuentra la vivienda de adobe, se tuvo que llevar los materiales en un motocarga.





Figura 16. Vía accesible a la vivienda seleccionada

Vía de acceso hacia la vivienda seleccionada, considerar que la vía es una trocha carrozable.



Zona principal donde se  
colocará el muro trombe, ya

Figura 17. Vivienda seleccionada

Vivienda seleccionada, fotografía inicial de cómo se encontró la vivienda de adobe, se observa la erosión considerable que ha tenido por los agentes atmosféricos.

Luego se procedió a limpiar y lijar la zona en donde iría el armado del muro trombe, para posteriormente realizar agujeros y poner los tubos de PVC que ayudaran con el ingreso de la ventilación hacia el muro, habiendo ya hecho este procedimiento se pintó la pared de negro y seguidamente se hizo un molde con las medidas que se usaran para su elaboración.

Zona secundaria donde se  
colocará el muro trombe, ya



Figura 18. Zona secundaria

Zona secundaria, en la cual se realizó los orificios adecuados para la inserción de tuberías de PVC, en las cuales circularan grandes volúmenes de aire caliente logrando almacenar el mismo dentro de la vivienda de adobe.

También se tiene que verificar si hay alguna imperfección o deterioro de la vivienda por la cantidad de años.



Figura 19. Agujeros para los tubos PVC

Inserción de tuberías de PVC, para su conductibilidad de aire caliente.

Se hicieron agujeros para poner los tubos de PVC con medida de acuerdo al grosor del muro, luego se hecho yeso alrededor para q tapara las salidas o entradas de aire



Figura 20. Realizando las primeras pruebas de temperatura

Sellado de la tubería de PVC, con el muro de adobe utilizando yeso para sellar la abertura del orificio.

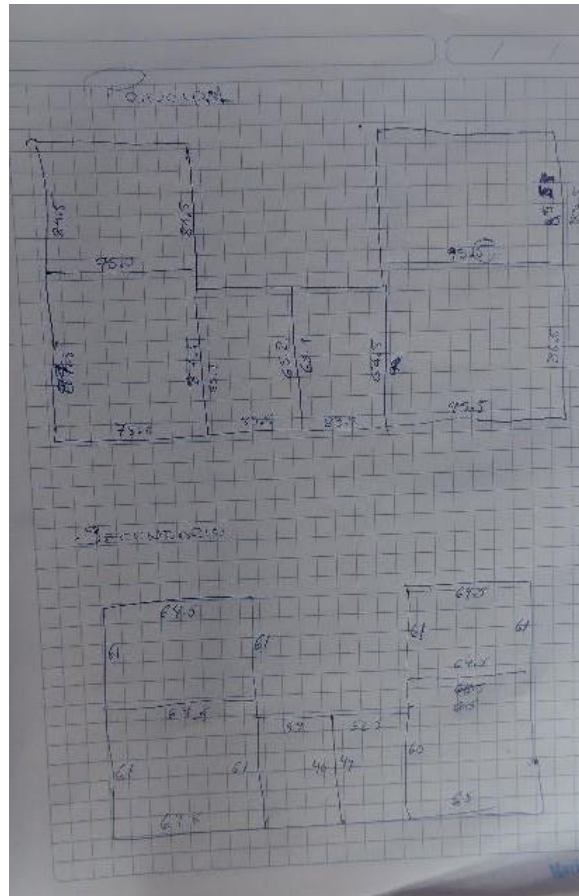


Figura 21. Bosquejos

Bosquejo de la cámara de recepción de aire caliente, principal y secundario  
 Esquema donde se encuentran las medidas a utilizar tanto en la parte principal como en la secundaria.



Armado de los bastidores con  
las medidas ya indicadas,

Figura 22. Armado

Armado de la cámara principal y secundaria las cuales, se contó con un operario para que se pueda ejecutar con precisión.



Figura 23. Armado final

Cámaras de recepción de aire caliente, se ha reforzado la estructura para que no tenga deformaciones por la variación de temperatura a si como el peso del mismo.

Podemos ver el armado ya con la madera tanto de la parte principal como de la secundaria para su posterior.





Figura 24. Pintado y barnizado para mayor durabilidad

Pintado y barnizado, considerando que estará expuesto a agentes atmosféricos las cuales con el barnizado soportará y tendrá mayor durabilidad.

El barniz puede evitar rayones y abrasiones en las superficies de la madera. Además de impermeabilizar la madera, el barniz también puede evitar que las superficies de madera se rayen. Terminar la madera con un producto como el barniz, sirve para proteger la madera de los pequeños golpes y derrames que son inevitables en una casa familiar ajetreada, al estar a la intemperie.

Seguidamente, se pasó a colocar el armado en ambas zonas, para después poner silicona y adherir los vidrios en cada uno de los espacios, para sellar con yeso y así no pueda filtrarse aire hacia dentro del almacén.



Figura 25. Forma de la estructura de madera

Pintado de muro, se pintó con la finalidad de poder capturar la mayor cantidad de luz solar a través del color negro y esta misma será captada y no dejara salir gracias a los vidrios que se tiene y consecutivamente estas podrán conducirse mediante las tuberías de PVC.



Figura 26. Colocación del bastidor

Presentación, fijación para el soporte de la estructura de madera.

Colocación del bastidor, previamente pintada la pared de color negro, siempre con la ayuda para que se pueda tener una mejor precisión y que no haya perdidas de calor, por la mala colocación.



Figura 27. Toma de temperatura antes de la pared negra



Figura 28. Toma de temperatura después de la pared negra

Podemos observar cómo es que la temperatura cambia cuando la pared está pintada de color negro.



Figura 29. Muro principal

Muro principal, Instalación finalizada con los vidrios y soportes fijados para evitar movimiento por agentes atmosféricos.



Figura 30. Muro secundario

Muro secundario, adicionamos un apoyo para su mayor estabilidad y también para evitar movimientos a causa de los agentes atmosféricos.

Ya instalado el muro trombe en la zona secundaria de la vivienda



Figura 31. Sellando

Sellado de vidrio, se realiza con la finalidad de no permitir escapar el aire caliente por pequeñas aberturas entre el vidrio y la madera.



Figura 32. Muro principal sellado

Muro principal, sellado con silicona para vidrio.

Ya puesto el muro trombe en la zona principal de la vivienda



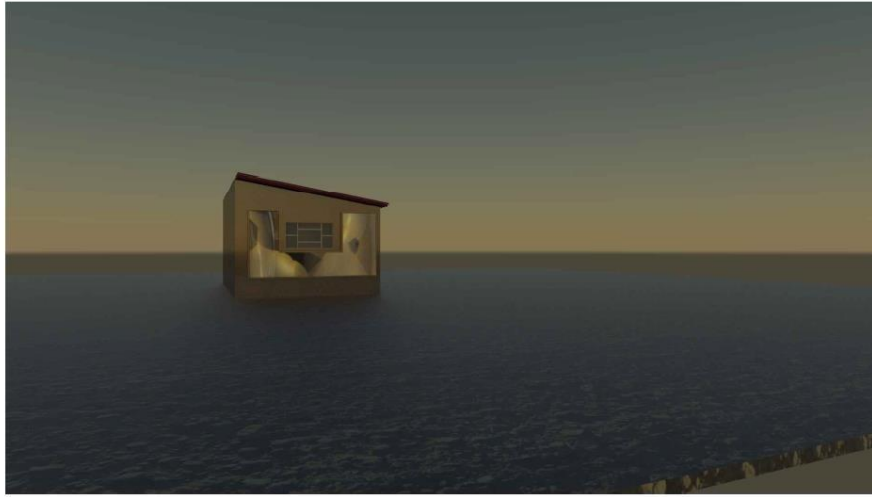
Figura 33. Finalizando la instalación de muro trombe

Se realizó el sellado de la estructura de madera que tiene contacto directo con la pared de adobe para evitar que se disipe, escape el aire caliente por esas aberturas, se utilizó yeso para sellarlo.

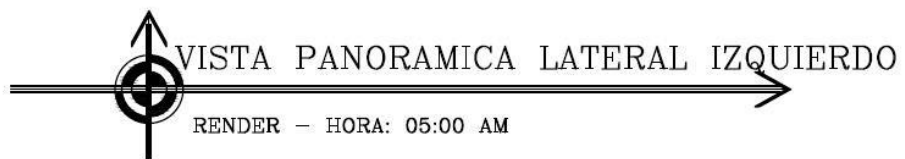
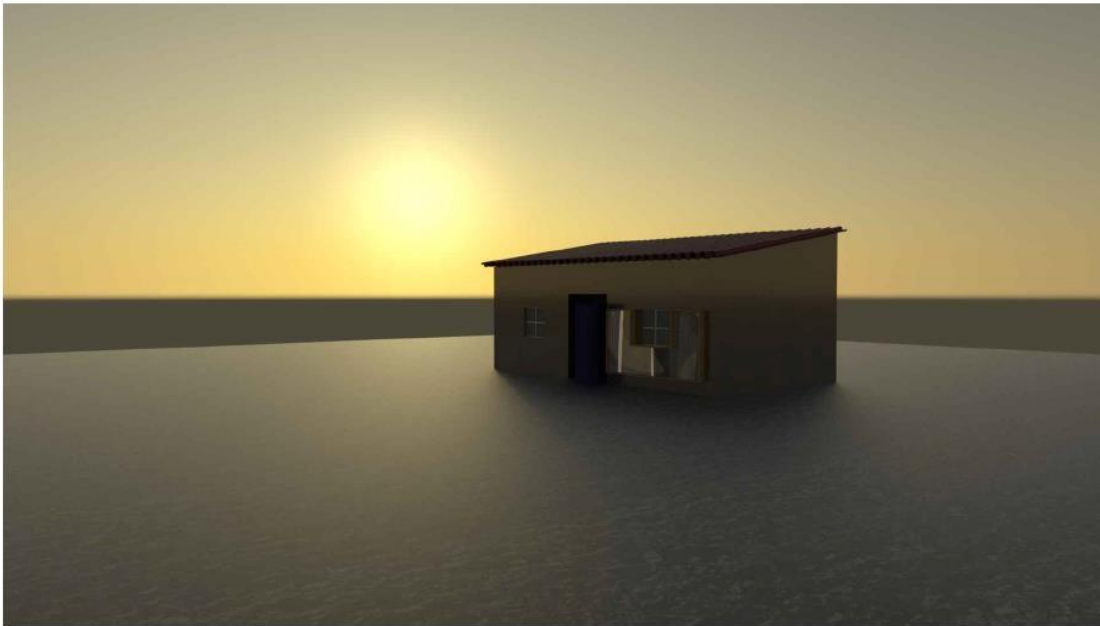
Poniendo todos los soportes necesarios y yeso, para que queda sellado a la pared y no haya pérdidas de calor.



Se diseñó en AutoCAD



VISTA PANORAMICA LATERAL IZQUIERDO  
RENDER - HORA 05:00 AM



### Selección de materiales

El muro Trombe estándar ubica un panel de vidrio a aproximadamente 2 a 5 centímetros de una pared de mampostería oscura de 10 a 41 centímetros de espesor, habitualmente hecha de ladrillos, piedra u hormigón.

Tabla 9. Temperatura promedio con Muro trombe

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Muro trombe	288	14,0022	2,99560	,17652

Por lo que la temperatura promedio llega a ser 14.0022 grados centígrados. Durante el transcurso de las 24 horas del día.

Tabla 10. Temperatura antes de la instalación de muro trombe durante el día

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
T EXTERIOR C	16	5,50	6,80	6,2750	,36240
T INTERIOR C	16	10,70	15,20	12,9500	1,04307
RH (HUMEDAD)	16	33,00	39,00	35,4375	1,36473
N válido (por lista)	16				

Tabla 11. Temperatura después de instalar muro trombe - tarde

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
T EXTERIOR C	16	-5,00	1,00	-,6688	1,41361
T INTERIOR C	16	8,80	11,60	10,4063	,66279
RH (HUMEDAD)	16	34,00	40,00	36,1250	1,31022
N válido (por lista)	16				

Tabla 12. Temperatura después de instalar muro trombe – noche

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
T EXTERIOR C	16	8,30	10,70	9,1750	,74610
T INTERIOR C	16	15,50	17,50	15,9687	,61722
RH (HUMEDAD)	16	27,00	37,00	28,1250	2,41868
N válido (por lista)	16				

Tabla 13. Temperatura después de instalar muro trombe - madrugada

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv.
					Desviación
T EXTERIOR C	16	,90	2,40	1,6875	,35190
T INTERIOR C	16	12,30	13,20	12,8250	,25949
RH (HUMEDAD)	16	29,00	31,00	30,6250	,61914
N válido (por lista)	16				

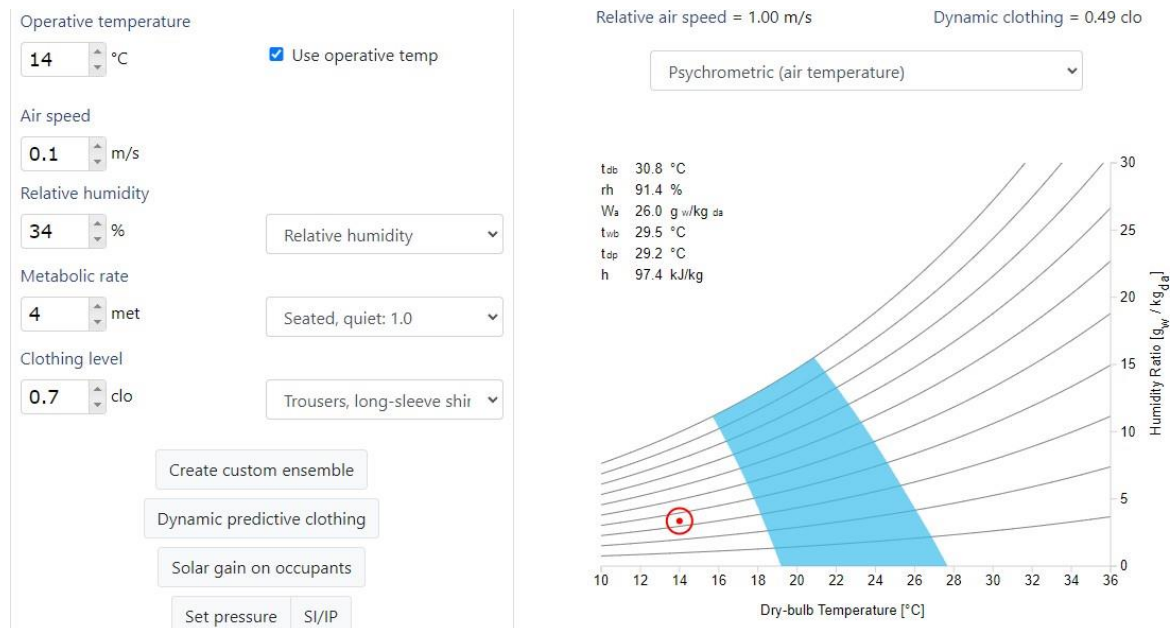


Figura 34. Temperatura operativa con muro trombe

GRÁFICO PSICOMÉTRICO DE GIVONI

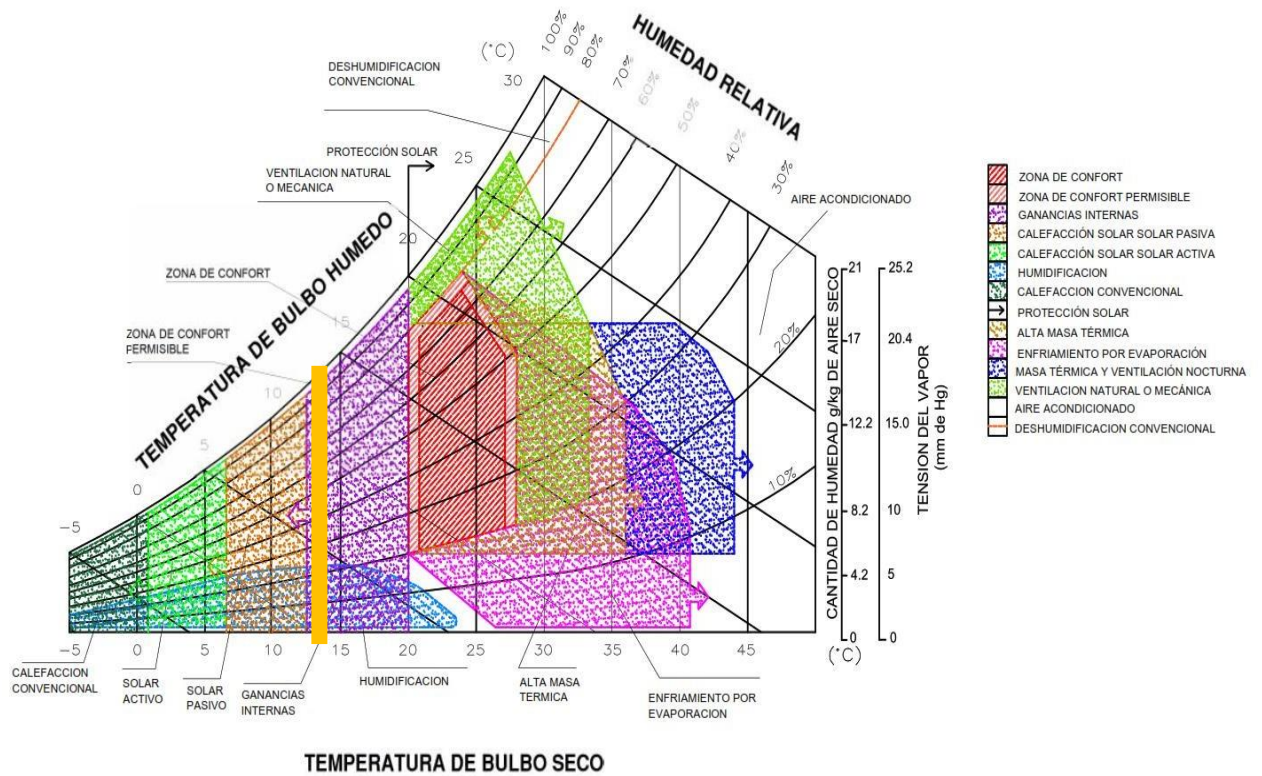


Figura 35. Temperatura confort con muro trombe

Según la temperatura promedio, llega a 14° centígrados, por lo que necesita obtener toda la ganancia posible para mejorar, para poder llegar al confort térmico. Para que pueda ganarse toda la temperatura de manera natural sin la necesidad de calefacción artificial.

Tabla 14. Influencia del muro trombe para el confort térmico

<b>Prueba para una muestra</b>						
Valor de prueba = 11						
95% de intervalo de confianza de la diferencia						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Muro trombe	17,008	287	,000	3,00215	2,6547	3,3496

En la tabla 14, se evidencia estadísticamente que, si tiene una influencia significativa la vivienda de adobe con Muro trombe para el confort térmico, pero aún no llega al punto de quiebre necesario, siendo menor de lo establecido por GIVONI.

La eficiencia energética de un muro trombe que construimos en conjunto con la casa por supuesto cuando decidimos construir en este lugar que por ejemplo no tiene línea de gas para usar el gas como calefacción pensamos en tratar de utilizar el recurso solar para calefaccionar la casa e investigamos un poquito y lo que encontramos como algo que se utiliza comúnmente para calefaccionar casas es el sistema solar pasivo de muro trombe, un muro trombe es esencialmente un gran bloque de material en este caso de hormigón la única función que tiene es absorber calor a través de una superficie expuesta al sol y pintada de negro para hacerla

más eficiente en cuanto a la cantidad de calor que puede absorber tiene además un frente el vidriado en este caso es policarbonato para evitar que el aire ambiente lo enfríe el aire que se calienta en la superficie de este muro es por convección circula hacia el interior de la vivienda a través de agujero que tiene practicado en la parte superior e ingreso de la vivienda el aire frío por la parte inferior del muro se produce una circulación natural y no forzada del aire que es calentado en el mundo eso es básicamente el concepto obviamente que el muro se el espesor que tiene tiene capacidad de absorber el calor y que lo puede liberar lentamente cuando no hay sol una vez que se ha calentado durante el día tiene un poco más de calor reservado para entregarlo de noche una cosa importante para estas latitudes es darle una inclinación a la pared por eso ustedes ven que el muro está inclinado y eso tiene que ver con la transferencia de la luz cuando incide en una superficie si la máxima transferencia de energía se da cuando los rayos solares inciden perpendiculares a la superficie entonces nosotros elegimos orientar el muro para la posición del sol en el solsticio de invierno o sea que nuestro muro en términos de eficiencia de absorción de energía está optimizado para el solsticio de invierno para los meses más fríos exactamente o sea los meses más fríos el muro está trabajando de su forma más eficiente bueno una de las de los divertimentos que tomamos en este proyecto fue e intentar medir en general si uno busca sobre muro trombe hay muchísimas cosas escritas y encontramos en realidad pocas cosas medidas no quiere decir que no hagamos pero nos interesa entonces tratar de instrumentar el muro y poner elementos de medición que nos permita conocer qué eficiencia realmente tiene en la transferencia de calor de lo que el sol emite y cuánto es lo que va a pasar a la vivienda para eso hemos colocado sensores de temperatura durante la construcción del muro fueron quedando cerca de las paredes cerca del interior de la vivienda cerca de la superficie del muro y también sensores



de temperatura en el aire tanto del interior como del exterior de la vivienda además agregamos un sensor de radiación solar como para tener la referencia de con cuánto sol estamos hablando en el momento de medir la cantidad de calor que tenemos en el interior también medimos pero no de forma no en forma de registros podemos medir el caudal de aire que circula con lo cual esto nos va a dar una buena idea de la eficiencia que tiene el muro en el proceso de transformación de calor si bien el concepto del muro trombe puede realizarse de muy distintas formas nuestra idea con la instrumentación del muro que construimos es al menos poder obtener una eficiencia por metro cuadrado del muro que construimos y como para luego digamos difundir esos datos comunicar los para que aquel que quiera construir tenga al menos una referencia de las condiciones que nosotros construimos cuánto es la energía que se puede capturar del sol con este sistema y por otro lado si nos interesa tener un parámetro de eficiencia del proceso completo sí es decir con tanto sol afuera cuanto a qué temperatura puedo poner el aire de la casa bueno espero que les haya sido de utilidad la información que les dimos sobre este instrumento instrumentos de esta máquina sigue siendo una máquina térmica del muro.



VISTA LATERAL IZQUIERDO



VISTA LATERAL IZQUIERDO

RENDER - HORA 05:00 AM



### Tercer objetivo específico

Evaluar la temperatura de la vivienda de adobe con la instalación de muro trombe y el uso de cobertura de muros laterales con láminas EPS en la vivienda de adobe.

Láminas EPS.

Tabla 15. Composición de láminas EPS

SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Solución salina (agua de mar)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Jabones y soluciones de tensioactivos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Lejías	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos diluidos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácido clorhídrico (al 35%), ácido nítrico (al 50%)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos concentrados (sin agua) al 100%	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Soluciones alcalinas	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Disolventes orgánicos (acetona, esteres,)	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Hidrocarburos alifáticos saturados	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Aceites de parafina, vaselina	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Aceite de Diesel	No estable: El EPS se contrae o se disuelve

Carburantes	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Alcoholes (metanol, etanol)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Aceites de silicona	Relativamente estable: en una acción prolongada, el EPS puede contraerse o ser atacada su superficie

---



Tabla 16. Instalando láminas EPS

Presentación y colocación para el recubrimiento de láminas de EPS, con mallas de acero para que sea más compacto y no se erosione, disgregue posterior al tarrajeo.

Instalarlo directamente las láminas EPS en el muro, se tuvo una deficiencia, por lo que se optó y se logra proponer una nueva forma de instalación, que es por partes, ya que poniéndolo directamente al muro no agarra la lámina EPS, pero podes pequeños cuadrados, lo hace perfectamente.

En la parte trasera de la vivienda pasamos a poner las láminas EPS, una vez colocándolas todas se pasó a realizar el tarrajeo sobre estas.



Tabla 17. Terminando de instalar las láminas EPS

Instalación de las láminas de EPS.

Luego se procedió a revestir encima de las láminas ya colocadas



Tabla 18. Instalación de vidrio para captar la temperatura mediante el sol

Finalmente, podemos visualizar como acaba toda la elaboración del muro trombe y las láminas EPS

Para lo cual se utilizó este termohigrómetro es resistente y fácil de usar, es perfecto para controlar la temperatura y la humedad de su hogar u oficina.

Visualización simultánea de la temperatura exterior e interior y la humedad relativa en interiores.

Función memoria de última máxima y mínima temperatura.

Tabla 19. Temperatura promedio con láminas EPS

<b>Estadísticas para una muestra</b>				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Láminas EPS	288	15,7400	2,55197	,15038

Por lo que la temperatura promedio llega a ser 15.7400 grados centígrados. Durante el transcurso de las 24 horas del día.

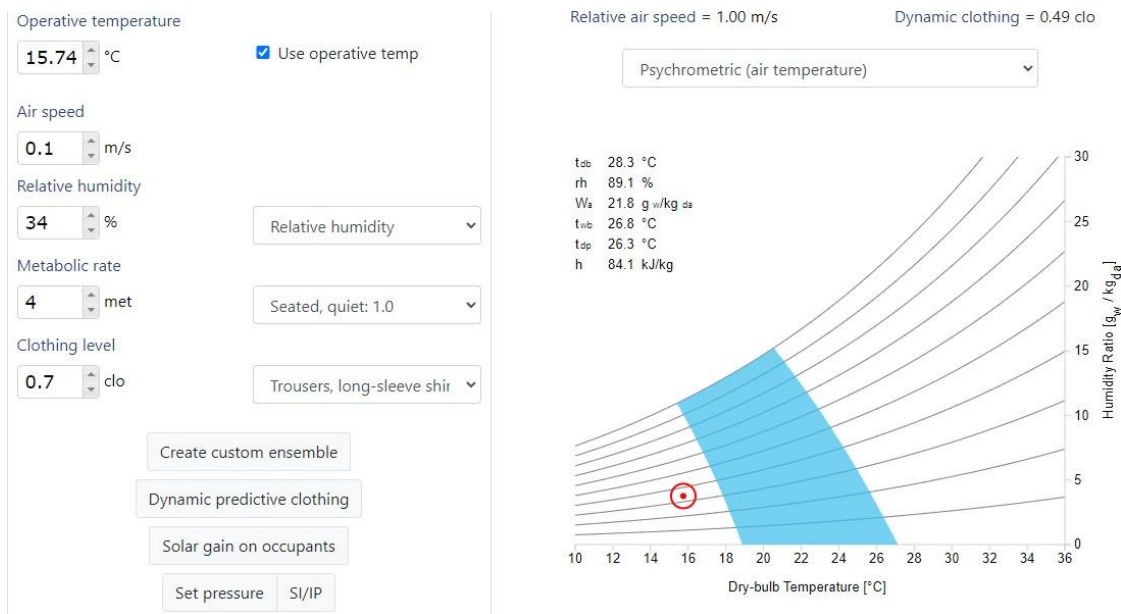
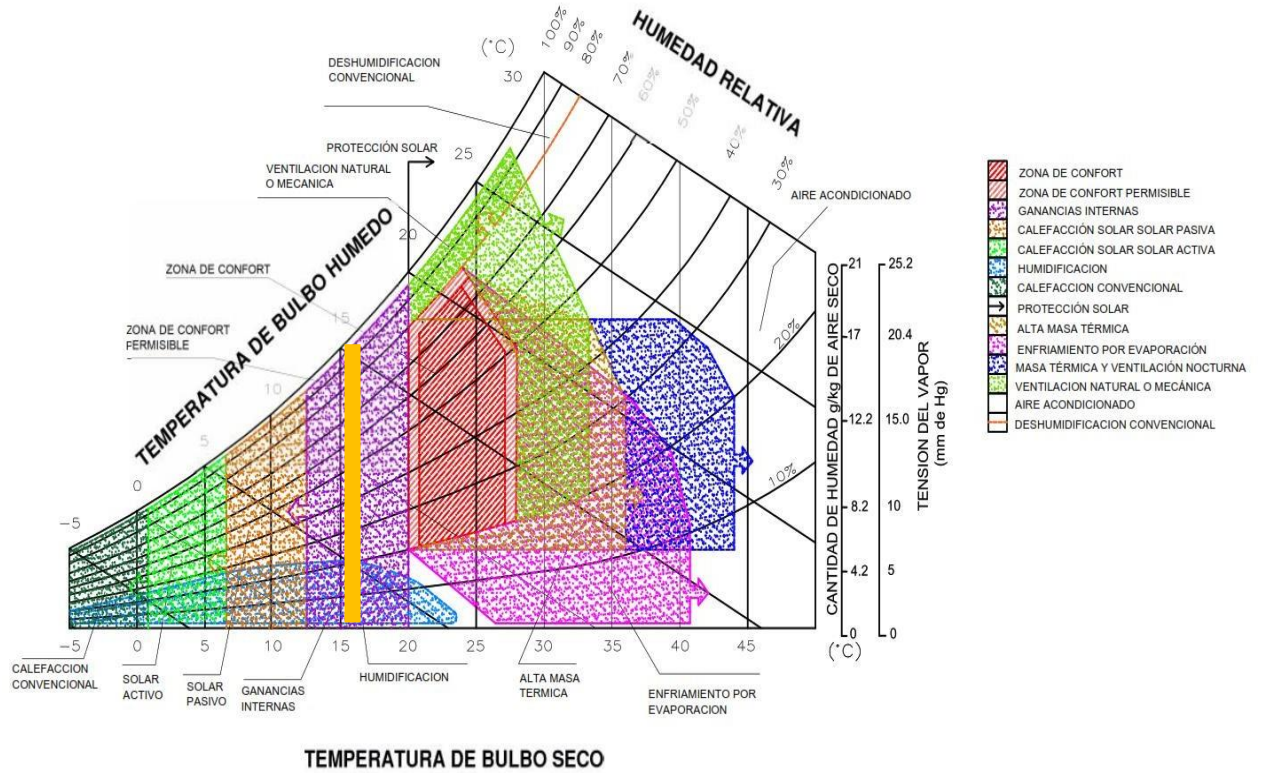


Figura 36. Operatividad de la temperatura - láminas EPS

GRÁFICO PSICOMÉTRICO DE GIVONI



Según la temperatura promedio, llega a  $15.74^{\circ}$  centígrados, por lo que se ha llegado a obtener de manera natural todo el confort térmico y necesario para que una vivienda y sus ocupantes estén conformes viviendo en un confort térmico.



Tabla 20. Temperatura después de la instalación de láminas EPS en muro lateral y muro trombe - día

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
T EXTERIOR C	16	17,90	25,90	23,0812	2,14172
T INTERIOR C	16	15,20	16,10	15,6813	,26133
RH (HUMEDAD)	16	32,00	33,00	32,2500	,44721
N válido (por lista)	16				

Tabla 21. Temperatura después de la instalación de láminas EPS en muro lateral y muro trombe – tarde

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
T EXTERIOR C	16	22,70	34,00	28,1750	3,01629
T INTERIOR C	16	17,20	18,90	18,0250	,56980
RH (HUMEDAD)	16	27,00	29,00	27,8750	,71880
N válido (por lista)	16				

Tabla 22. Temperatura después de la instalación de láminas EPS en muro lateral y muro trombe – madrugada

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
T EXTERIOR C	16	-,10	5,00	2,5563	1,86439
T INTERIOR C	16	11,90	23,30	12,8250	2,79678
RH (HUMEDAD)	16	29,00	37,00	30,4375	1,82460
N válido (por lista)	16				

Tabla 23. Influencia de las Láminas EPS con el confort térmico

<b>Prueba para una muestra</b>						
Valor de prueba = 14						
95% de intervalo de confianza de la diferencia						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Láminas EPS	11,571	287	,000	1,74000	1,4440	2,0360

En la tabla 9, se evidencia estadísticamente que, si tiene una influencia significativa la vivienda de adobe con Muro trombe para el confort térmico, pero aún no llega al punto de quiebre necesario, siendo menor de lo establecido por GIVONI.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

El muro Trombe es una energía pasiva adecuada para las actuales crisis ambientales y energéticas. Estas configuraciones van desde aquellas que incorporan nuevos elementos en una pared Trombe clásica hasta aquellas que emplean componentes modificados de los componentes de la pared Trombe. Usando diferentes configuraciones, se puede producir una variedad de paredes Trombe.

### General

Que las viviendas con de adobe pueden brindar una temperatura de 8.3403, pero se incrementa al utilizar un muro trombe a 11.2792 y finalmente las laminas EPS incrementan un 15.1431 grados centígrados la cantidad de temperatura y lo que indica GIVONI se ha ganado adecuadamente la temperatura de manera natural sin dañar al medio ambiente.

### Específicas

PRIMERA: Una vivienda de adobe en promedio llega a ser 12.8955 grados centígrados. Durante el transcurso de las 24 horas del día. Y tienen una influencia significativa la vivienda de adobe para el confort térmico, esto gracias a que la significación fue menor a 0.05 con un  $p=0.000$

SEGUNDA: El muro trombe permite una temperatura promedio, de 14° centígrados, durante el transcurso de las 24 horas del día. Y tienen una influencia significativa el muro trombe para el confort térmico, esto gracias a que la significación fue menor a 0.05 con un  $p=0.000$

TERCERA: El uso de láminas EPS permite una, llega a 15.74° centígrados, por lo que se ha llegado a obtener de manera natural todo el confort térmico y necesario para que una vivienda y sus ocupantes estén conformes viviendo en un confort térmico. Y tienen una influencia significativa las láminas EPS para el confort térmico, esto gracias a que la significación fue menor a 0.05 con un  $p=0.000$

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIÓN**

Se recomienda utilizar las láminas EPS para mejorar la eficiencia del muro trombe a una altura de más de 3825 msnm. Ya que la eficiencia del muro trombe es óptima a más de 3000 msnm.

Se recomienda el estudio sociológico de la concientización de los beneficios de los muros Trombe, particularmente entre los actores de un edificio. Adicionalmente, se sugiere investigar las preferencias de los usuarios de edificios en diferentes países con respecto a los muros Trombe. Además, se deben realizar estudios sobre los impedimentos sociales y culturales, como los problemas estéticos, que desalientan a las personas a usar las paredes de Trombe para diferentes naciones.

### Referencias bibliográficas

- Aparicio, L. (2021). *Análisis dinámico de un sistema solar pasivo de muro trombe con un material de cambio de fase bajo condiciones climáticas de México.*
- Asmat, D. (2021). *Sistema de deshidratador solar asistido por nanofluido con extracción de humedad por refrigeración, como alternativa tecnológica de desarrollo sostenible aplicado a la agroexportación de lúcuma deshidratada en el Perú.*
- Cruz, Y., & Perlacios, M. (2021). *Análisis comparativo de la mezcla de yeso - eps y arcilla – eps para mejorar el comportamiento termico en vivienda- Puno 2021.* Universidad César Vallejo.
- Dueñas, A., Hinojosa, S., & Dimas, W. (2020). Propuesta de vivienda sostenible utilizando concreto con fibras PET en un sistema de albañilería confinada y trombe a fin de mejorar el confort térmico en la sierra semi urbana. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <http://hdl.handle.net/10757/655016>
- Dueñas, B., & Soto, W. (2020). *Propuesta de vivienda sostenible utilizando concreto con fibras PET en un sistema de albañilería confinada y trombe a fin de mejorar el confort térmico en la sierra semi urbana [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]*. <http://hdl.handle.net/10757/655016>
- Facelli, P., & Mercado, L. (2022). *Muros trombe con inserción de medios porosos y su influencia en el confort térmico en viviendas multifamiliares en la Ciudad Del Cusco – 2019.* <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.1.78>

- Ferrandiz, D., Huayta, E., Rodríguez, J., & Bragagníni, I. (2020). Design of an adobe housing model with thermal insulation for residents of cold climates using phase change material. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*.  
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.575>
- Guzmán, A., Pilatti, J., Angulo, S., Piumetti, J., Salinas, M., Pereyra, F., Túgel, J., & Olarte, A. (2018). Situación clima/energética en localidades de la prov. de Córdoba, evaluación de vivienda tipo; simulaciones con diferentes envolventes y orientaciones, y propuesta de adecuación térmica, utilizando muros trombe u otras formas de energía solar pasiva. *Arquitecno*, 12, 113. <https://doi.org/10.30972/arq.0124183>
- Lapa, J. (2020). *Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo*. Universidad Continental.
- Loaiza, D. (2013). *Adaptación e implementación de Sistema de calefacción sustentable en el sector Andino del Ecuador* [Universidad Nacional del Ecuador].  
<http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2093>
- Luengo, J. (2018). *Proyecto De Muro Trombe Aplicado a Jardín Infantil En La Ciudad De Lebu* [Universidad Tecnica Federico].  
<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/46243/3560901550036UTFSM.pdf?sequence=1>
- Manteca, S. (2021). *Mejora de la eficiencia energética en una vivienda unifamiliar y estudio comparativo con una vivienda básica*. Universidad de Cantabria.

Pérez, C. (2019). *Tecnológico Nacional de México Tesis de Maestría Maestro en Ciencias en Ingeniería.*

Rios, M. (2022). *mano de obra y equipos del proceso ejecución de obra del área de operaciones en empresa especializada en construcciones civiles de instalación del servicio de agua en sistemas de irrigación “ Propuesta de mejora en la productividad de mano de obra y equip. 0–169.*

Serrano, J., Aguilar, K., Trejo, Z., & Mendez, Z. (2017). Simulación energética de la sala en una vivienda social con muro trombe para evaluar el confort térmico *Revista de Investigación y Desarrollo. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.*, 3(9), 31–39.  
[https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Investigacion\\_y\\_Desarrollo/vol3num9/Revista\\_de\\_Investigación\\_y\\_Desarrollo\\_V3\\_N9\\_4.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Investigacion_y_Desarrollo/vol3num9/Revista_de_Investigación_y_Desarrollo_V3_N9_4.pdf)



**ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO: MEJORAR LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LÁMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022.**

**AUTOR: MAMANI VILCA YURY ANTONIO - REMACHI ENRIQUEZ YULFO**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo mejorar la eficiencia del muro trombe usando la cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad de Puno, 2022?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>¿Cuál es la tecnología de instalación del sistema de muro trombe adecuado para la vivienda de adobe?</p> <p>¿Cuál la temperatura después de instalar la tecnología del sistema de muro trombe para la vivienda de adobe?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Mejorar de la eficiencia del muro trombe es usando con cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad de Puno, 2022.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>Evaluar la temperatura constante de la vivienda de adobe.</p> <p>Evaluar la temperatura después de instalar la tecnología del sistema de muro trombe para la vivienda de adobe.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>La mejora de la eficiencia del muro trombe está dada por el uso de cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad de Puno, 2022.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>La temperatura constante de la vivienda de adobe no se proporciona un confort térmico.</p> <p>La temperatura después de instalar la tecnología del sistema de muro trombe para la vivienda de adobe permite el aprovechamiento del calor pasivo.</p> <p>La temperatura de la vivienda de adobe con la instalación de muro</p>	<p><b>V1:</b> Muro trombe</p> <p><b>V2:</b> Laminas EPS</p>	<p>D1: Tecnología</p> <p>D2: Aprovechamiento del calor</p> <p>D3: Almacena calor</p> <p>Aislante térmico</p> <p>Trabajabilidad</p>	<p>Para el clima</p> <p>De adobe</p> <p>Orientación solar</p> <p>Adaptable y maleable</p> <p>Menor costo del mercado</p>	<p><b>Método:</b></p> <p>Científico</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de estudio:</b></p> <p>Explicativa</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>Experimental,</p> <p><b>Población:</b></p> <p>vivienda de adobe</p> <p><b>Muestra:</b> 1 vivienda</p> <p><b>Muestreo:</b> Por conveniencia para los investigadores</p> <p><b>Técnica:</b></p> <p>observación</p>

<p>¿Cómo es la temperatura de la vivienda de adobe con la instalación de muro trombe y el uso de cobertura de muros laterales con láminas EPS en la vivienda de adobe?</p>	<p>Evaluar la temperatura de la vivienda de adobe con la instalación de muro trombe y el uso de cobertura de muros laterales con láminas EPS en la vivienda de adobe.</p>	<p>trombe y el uso de cobertura de muros laterales con láminas EPS en la vivienda de adobe permite un mejor aislante térmico.</p>				
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

## PANEL FOTOGRÁFICO



Ilustración 1: Traslado de material de pie de carretera a in situ, donde se realizará el proyecto.



Ilustración 2 Cortado y habilitado de material para la construcción de Muro Trombe.



Ilustración 3 Habilitación de marco de Muro Trombe.



Ilustración 4 Colocación de pestañas para el sostenimiento de vidrios



Ilustración 5 Barnizado del Marco del Muro Trombe



Ilustración 6 Marco de Muro Trombe, principal y secundario, se consideró rigidizarlo para que no sufra deformaciones en su traslado por su mismo peso.



Ilustración 8 Sellado de las aberturas con yeso entre el marco de madera del Muro Trombe con la pared de adobe.



Ilustración 7 Vivienda antes de realizar algún trabajo, se presenta erosión por los agentes atmosféricos y deterioro.



Ilustración 9 Medición de temperatura dentro de los límites del marco de la pintura y fuera del marco de la pintura, se observó la variación de temperatura por ser este un color que atrae los rayos del sol con más efectividad.

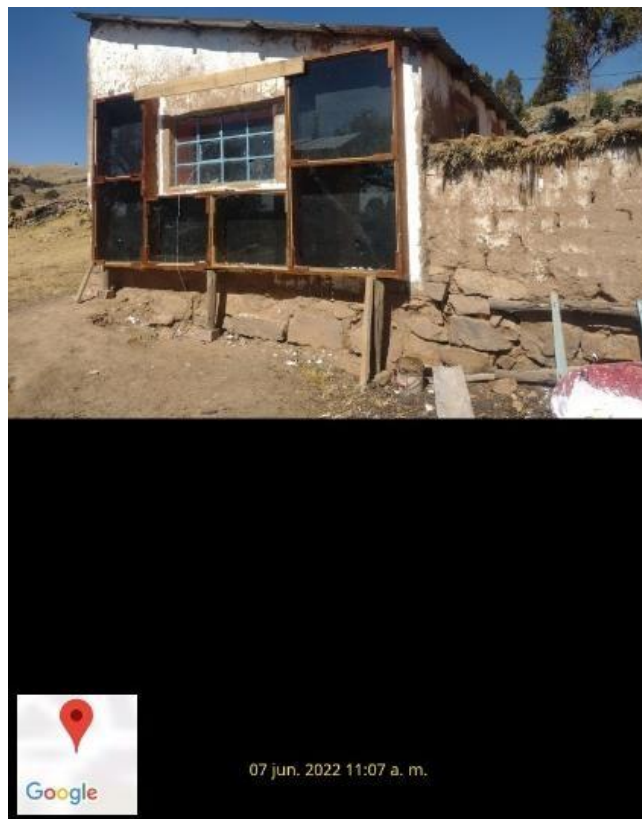


Ilustración 10 Ejecución finalizada de la instalación de Muro Trombe, y se muestra su funcionamiento.





Ilustración 11 Toma de temperaturas dentro de la vivienda.

## CERTIFICADO

 **ZAMTSU SERVICIOS S.A.C.**  
Calibración Homologada de Certificado

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN** Página 1 de 3

**N° ZS-TH-555-2022**

**REGISTRO:** REG-3476

**FECHA DE CALIBRACIÓN:** 09/05/2022

**SOLICITANTE:** YURY ANTONIO MAMANI VILCA / YULFO REMACHI  
ENRIQUEZ

**DIRECCIÓN:** AV. HUERTA HUARAYA NRO. 201 BAR. LOS ANGELES  
(POR LA CAPILLA YANAMAYO) PUNO - PUNO - PUNO

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:** TERMOHIGRÓMETRO

**RESOLUCIÓN:** 0,1 °C...0,1 % R.H.

**MARCA:** COOLBOX

**MODELO:** N.I.

**N° DE SERIE:** N.I.

**OBSERVACIONES:**

- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el equipo calibrado, y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones.
- La incertidumbre reportada en el presente certificado está basada en una incertidumbre patrón combinada y multiplicada por un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95%.
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde.
- El tiempo mínimo de estabilización fue al menos de 30 minutos.

<p>Fecha</p>  <p>09-05-2022</p>	 <hr/> <p>Carlos Salvatierra Cantoral Jefe Dpto. de Calibración</p>	 <hr/> <p>Renzo Danós Romero Técnico Metrólogo</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**

Jr. Enrique Barrón N° 1065 - Santa Beatriz - Lima01 www.zamtsuservicios.com  
 metrologia@zamtsuservicios.com Telf.: 051 4177200 Anexo 217 981383497  
 ventas@zamtsuservicios.com Telf.: 051 4177200 Anexo 222 Celular: 952104538



# ZAMTSU SERVICIOS S.A.C.

Calibración Homologada de Certificado

N° ZS-TH-555-2022

Página 2 de 3

❖ **Método de calibración:**

Determinación de la desviación del instrumento, por método de comparación equivalente al ensayo TH-007e/PHC, mediante valores ya establecidos según termohigrómetro patrón.

❖ **Lugar de calibración:**

Laboratorio de Calibración – ZAMTSU SERVICIOS S.A.C.

❖ **Patrones de Referencia:**

Patrón Utilizado	Marca	Modelo	Certificado	Trazabilidad
Termohigrómetro	DELTA OHM	HD-2301.0R	LH-026-2022	DM-INACAL
Termómetro Digital	DOSTMANN	T995	LT-332-2021	DM-INACAL

## RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

**Calibración para el Termómetro IN:**

Indicación del Termómetro (°C)	TCV (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
20,3	20,8	0,5	0,15
25,9	25,4	-0,5	0,15
31,1	30,7	-0,4	0,15

**Calibración para el Termómetro OUT:**

Indicación del Termómetro (°C)	TCV (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
21,3	20,8	-0,5	0,15
25,9	25,4	-0,5	0,15
31,4	30,7	-0,7	0,15

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Jr. Enrique Barrón N° 1065 - Santa Beatriz - Lima01

metrologia@zamtsuservicios.com Telf.: 051 4177200 Anexo 217

ventas@zamtsuservicios.com

Tel.: 051 4177200 Anexo 222

www.zamtsuservicios.com

Celular: 981383497

952104538



# ZAMTSU SERVICIOS S.A.C.

Calibración Homologada de Certificado

N° ZS-TH-555-2022

Página 3 de 3

## Calibración para el Higrómetro:

Indicación del Higrómetro (% hr)	HCV (% hr)	Corrección (% hr)	Incertidumbre (% hr)
32	30,2	-1,8	2,2
66	64,4	-1,6	2,2
92	90,6	-1,4	2,2

## CONCLUSIONES:

- Los datos obtenidos en el cuadro comparativo, nos indican que el termo higrómetro está en el rango normal de la tolerancia de medición ( $\pm 3,0$  % hr y  $\pm 0,5$  °C, según hoja técnica), sus variaciones en las medidas, en comparación con las mediciones patrón, son aceptables y están dentro de sus parámetros.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Jr. Enrique Barrón N° 1065 - Santa Beatriz - Lima01

metrologia@zamtsuservicios.com Telf.: 051 4177200 Anexo 217

ventas@zamtsuservicios.com Telf.: 051 4177200 Anexo 222

www.zamtsuservicios.com

Celular: 981383497

952104538

## CERTIFICADO DE MONITOREOS

**CERTIFICACION DE MONITOREO**

Ing. MARTIN NOLBERTO HUILAHUAÑA MAMANI  
 INGENIO CIVIL  
 CIP: 40345

**RESUMEN:**

- El proyecto está ubicado en el C.P. Huerta Huaraya zona lago - PUNO, y los propietarios son: **CASTILLO JALLO, EDILBERTO** con DNI: **80029166** Y **MARTINEZ APAZZA, ISABEL** con DNI: **01332165**, quienes dieron a disposición su hogar para ejecutar el proyecto de tesis.
- Se verifica la instalación de **MURO TROMBE** en la vivienda, la instalación de láminas laterales EPS y los trabajos de medida de temperatura, con el respectivo instrumento de medición de temperatura **TERMOHYGROMETRO**, la cual cuenta con su respectiva calibración y certificación con número de registro: **REG-3476**, para que se obtenga una medida exacta, los cuales se utilizó para la investigación titulada **"MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022"**, para la obtención del grado de Ingeniero Civil desarrollado en su totalidad por los señores: **YURY ANTONIO MAMANI VILCA** con DNI: **70194701** y **YULFO REMACHI ENRIQUEZ** con DNI: **70766350**.

**CERTIFICO LO SIGUIENTE**

Por medio del presente certifico el monitoreo del proceso constructivo:

- Primera etapa: Reparación de la vivienda y toma de temperaturas.

Por lo que se llega a concluir que la investigación titulada **"MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022"**, ha sido ejecutado en su primera etapa respetando los parámetros de control teniendo éxito en su ejecución con fecha 20 de mayo del 2022.

Se expide el presente certificado a solicitud de los interesados.

  
 .....  
 Martin N. Huilahuña Mamani  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 40345

## CERTIFICACION DE MONITOREO

Ing. MARTIN NOLBERTO HUILAHUAÑA MAMANI  
INGENIO CIVIL  
CIP: 40345

### RESUMEN:

- El proyecto está ubicado en el C.P. Huerta Huaraya zona lago - PUNO, y los propietarios son: **CASTILLO JALLO, EDILBERTO** con DNI: **80029166** Y **MARTINEZ APAZZA, ISABEL** con DNI: **01332165**, quienes dieron a disposición su hogar para ejecutar el proyecto de tesis.
- Se verifica la instalación de **MURO TROMBE** en la vivienda, la instalación de láminas laterales EPS y los trabajo de medida de temperatura, con el respectivo instrumento de medición de temperatura **TERMOHYGROMETRO**, la cual cuenta con su respectiva calibración y certificación con número de registro: **REG-3476**, para que se obtenga una medida exacta, los cuales se utilizó para la investigación titulada **"MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022"**, para la obtención del grado de Ingeniero Civil desarrollado en su totalidad por los señores: **YURY ANTONIO MAMANI VILCA** con DNI: **70194701** y **YULFO REMACHI ENRIQUEZ** con DNI: **70766350**.

### CERTIFICO LO SIGUIENTE

Por medio del presente certifico el monitoreo del proceso constructivo:

- Segunda etapa: Instalación del muro trombe y toma de temperaturas

Por lo que se llega a concluir que la investigación titulada **"MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022"**, ha sido ejecutado en su segunda etapa respetando los parámetros de control teniendo éxito en su ejecución con fecha 07 de junio del 2022.

Se expide el presente certificado a solicitud de los interesados.

  
 -----  
 Martin N. Huilahuña Mamani  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 40345

## CERTIFICACION DE MONITOREO

Ing. MARTIN NOLBERTO HUILAHUAÑA MAMANI  
INGENIO CIVIL  
CIP: 40345

### RESUMEN:

- El proyecto está ubicado en el C.P. Huerta Huaraya zona lago - PUNO, y los propietarios son: **CASTILLO JALLO, EDILBERTO** con DNI: **80029166** Y **MARTINEZ APAZZA, ISABEL** con DNI: **01332165**, quienes dieron a disposición su hogar para ejecutar el proyecto de tesis.
- Se verifica la instalación de **MURO TROMBE** en la vivienda, la instalación de láminas laterales EPS y los trabajos de medida de temperatura, con el respectivo instrumento de medición de temperatura **TERMOHYGROMETRO**, la cual cuenta con su respectiva calibración y certificación con número de registro: **REG-3476**, para que se obtenga una medida exacta, los cuales se utilizó para la investigación titulada **"MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022"**, para la obtención del grado de Ingeniero Civil desarrollado en su totalidad por los señores: **YURY ANTONIO MAMANI VILCA** con DNI: **70194701** y **YULFO REMACHI ENRIQUEZ** con DNI: **70766350**.

### CERTIFICO LO SIGUIENTE

Por medio del presente certifico el monitoreo del proceso constructivo:

- Tercera etapa: Instalación de láminas EPS y tomas de temperaturas.

Por lo que se llega a concluir que la investigación titulada **"MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022"**, ha sido ejecutado en su tercera etapa respetando los parámetros de control teniendo éxito en su ejecución con fecha 21 de junio del 2022.

Se expide el presente certificado a solicitud de los interesados.

  
 .....  
 Martin N. Huilahuña Mamani  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 40345

## CERTIFICACION DE MONITOREO

Ing. MARTIN NOLBERTO HUILAHUAÑA MAMANI  
INGENIO CIVIL  
CIP: 40345

### RESUMEN:

- El proyecto está ubicado en el C.P. Huerta Huaraya zona lago - PUNO, y los propietarios son: **CASTILLO JALLO, EDILBERTO** con DNI: **80029166** Y **MARTINEZ APAZZA, ISABEL** con DNI: **01332165**, quienes dieron a disposición su hogar para ejecutar el proyecto de tesis.
- Se verifica la instalación de **MURO TROMBE** en la vivienda, la instalación de láminas laterales EPS y los trabajos de medida de temperatura, con el respectivo instrumento de medición de temperatura **TERMOHYGROMETRO**, la cual cuenta con su respectiva calibración y certificación con número de registro: **REG-3476**, para que se obtenga una medida exacta, los cuales se utilizó para la investigación titulada **"MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022"**, para la obtención del grado de Ingeniero Civil desarrollado en su totalidad por los señores: **YURY ANTONIO MAMANI VILCA** con DNI: **70194701** y **YULFO REMACHI ENRIQUEZ** con DNI: **70766350**.

### CERTIFICO LO SIGUIENTE

Por medio del presente certifico el monitoreo del proceso constructivo desde el inicio de las tres etapas del proyecto:

- Primera etapa: Reparación de la vivienda y toma de temperaturas.
- Segunda etapa: Instalación del muro trombe y toma de temperaturas.
- Tercera etapa: Instalación de laminas EPS y tomas de temperaturas.

Por lo que se llega a concluir que la investigación titulada **"MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022"**, ha sido ejecutado y respaldado cada etapa con su certificado de monitoreo respetando los parámetros de control teniendo éxito en su ejecución con fecha 29 de junio del 2022.

- Se adjunta anexos.

Se expide el presente certificado a solicitud de los interesados.

  
 .....  
 Martin N. Huilahuña Mamani  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 40345



**PANEL FOTOGRAFICO**



FOTOGRAFIA 1: VISITA INSITU DEL LUGAR DE EJECUCION DE LA INVESTIGACION EJECUTADA.



FOTOGRAFIA 2: SE CONTEMPLA QUE SE ENCUENTRA FUNCIONAMIENTO OPTIMO CON EL MURO TROMBE FAVORECIENDO A LA PROPIETARIA DE LA VIVIENDA.



FOTOGRAFIA 3: FOTOGRAFIA CON LOS TESISTAS AL CULMAR LA EJECUCION DE LA INVESTIGACION.

  
 Martin N. Mallahuana Mamani  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 40345

**DECLARACION JURADA**

Yo, **CASTILLO JALLO, EDILBERTO** con DNI: **80029166** Y **MARTINEZ APAZZA, ISABEL** con DNI: **01332165**, declaro bajo juramento que doy a disposición mi vivienda ubicada en el C.P. Huerta Huaraya - PUNO zona lago, para que puedan realizar la investigación titulada "**MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022**", quienes son responsables en su ejecución son: **YURY ANTONIO MAMANI VILCA** con DNI: **70194701** Y A **YULFO REMACHI ENRIQUEZ** con DNI: **70766350**.

Sin otro en particular pasamos a firmar.

Puno, 25 de abril del 2022

  
  
\_\_\_\_\_  
**CASTILLO JALLO, EDILBERTO**  
DNI: 80029166

  
  
\_\_\_\_\_  
**MARTINEZ APAZZA, ISABEL**  
DNI: 01332165

## CERTIFICACION PROFESIONAL

Ing. RUBEN DARIO BARRIOS BARRIALES

INGENIO CIVIL

CIP: 112814

### RESUMEN:

- El proyecto está ubicado en el C.P. Huerta Huaraya zona lago - PUNO, y los propietarios son: **CASTILLO JALLO, EDILBERTO** con DNI: **80029166** Y **MARTINEZ APAZZA, ISABEL** con DNI: **01332165**, quienes dieron a disposición su hogar para ejecutar el proyecto de tesis.
- Se realizó la instalación de **MURO TROMBE** en la vivienda, la instalación de láminas EPS y los trabajos de medida de temperatura, con el respectivo instrumento de medición de temperatura **TERMOHYGROMETRO**, la cual cuenta con su respectiva calibración y certificación con número de registro: **REG-3476**, para que se obtenga una medida exacta, el cual se utilizó para la investigación titulada "**MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022**", para la obtención del grado de Ingeniero Civil desarrollado en su totalidad por los señores: **YURY ANTONIO MAMANI VILCA** con DNI: **70194701** y **YULFO REMACHI ENRIQUEZ** con DNI: **70766350**.

### CERTIFICO LO SIGUIENTE

Por medio del presente certifico que la investigación titulada "**MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022**", ha sido ejecutada respetando los parámetros de control teniendo éxito en su ejecución.

Sin otro particular paso a firmar, atentamente:



Ing. Ruben Dario Barrios Barrios  
CIP. N. 112814  
INGENIERO CIVIL

## CERTIFICACION DE MONITOREO

Ing. JORDANO ACHANCARAY MANOTUPA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 234877

### RESUMEN:

- El proyecto está ubicado en el C.P. Huerta Huaraya zona lago - PUNO, y los propietarios son: **CASTILLO JALLO, EDILBERTO** con DNI: **80029166** Y **MARTINEZ APAZZA, ISABEL** con DNI: **01332165**, quienes dieron a disposición su hogar para ejecutar el proyecto de tesis.
- Se verifica la instalación de **MURO TROMBE** en la vivienda, la instalación de láminas laterales EPS y los trabajos de medida de temperatura, con el respectivo instrumento de medición de temperatura **TERMOHYGROMETRO**, la cual cuenta con su respectiva calibración y certificación con número de registro: **REG-3476**, para que se obtenga una medida exacta, los cuales se utilizó para la investigación titulada **"MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022"**, para la obtención del grado de Ingeniero Civil desarrollado en su totalidad por los señores: **YURY ANTONIO MAMANI VILCA** con DNI: **70194701** y **YULFO REMACHI ENRIQUEZ** con DNI: **70766350**.

### CERTIFICO LO SIGUIENTE

Por medio del presente certifico la supervisión de la instalación y funcionamiento del **MURO TROMBE**, con ayuda del instrumento **TERMOHYGROMETRO**, la cual se encuentra calibrada y certificada para la obtención de datos reales.

- Instalación del muro trombe y toma de temperaturas.
- Instalación de laminas EPS y tomas de temperaturas.
- Funcionamiento del **MURO TROMBE**.

Por lo que se llega a concluir que la investigación titulada **"MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL MURO TROMBE CON COBERTURA DE MUROS LATERALES CON LAMINAS EPS EN VIVIENDAS DE ADOBE DE LA CIUDAD PUNO 2022"**, ha sido ejecutado, monitoreado y supervisado, teniendo éxito en su ejecución con fecha 30 de junio del 2022.

Se expide el presente certificado a solicitud de los interesados.



Ing. Jordano Achanaray Manotupa  
CIP N° 234877