



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Características térmicas de materiales sostenibles para lograr  
un confort térmico en las estructuras de las viviendas en las  
diferentes regiones - 2022**

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

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Villavicencio Segura, Miriam Milagros ([orcid.org/0000-0002-8547-2351](https://orcid.org/0000-0002-8547-2351))

**ASESOR:**

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo ([orcid.org/0000-0001-8850-8463](https://orcid.org/0000-0001-8850-8463))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Se lo dedico a Dios por haberme guiado en todo este camino académico y a mi familia por la ayuda incondicional

## **Agradecimiento**

A Dios por siempre estar a mi lado, a mi familia por siempre apoyarme en todo momento y los profesores por brindarme todos sus conocimientos para que yo pueda formarme y llegar a ser un profesional con ética y valores.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas .....	v
Índice de figura.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra y muestreo .....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos .....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN .....	27
VI. CONCLUSIONES .....	28
VII. RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS .....	33

## Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de las variables .....	12
--	----

## Índice de figuras

Figura 1. Confort térmico en función de la temperatura del aire y la humedad relativa.....	7
Figura 2. Confort térmico en función de la temperatura del aire y temperatura de superficies .....	8
Figura 3. Diseño de la casa.....	17
Figura 4. Temperaturas de un cerramiento usando ladrillo hueco .....	19
Figura 5. Temperaturas de un cerramiento usando el ladrillo ecológico .....	19
Figura 5. Flujo de calor usando ladrillo hueco.....	20
Figura 6. Flujo de calor usando ladrillo ecológico .....	20
Figura 7. Temperaturas de un cerramiento usando adobe .....	21
Figura 8. Temperaturas de un cerramiento usando muro trombe .....	22
Figura 9. Flujo de calor usando adobe .....	22
Figura 10. Flujo de calor usando muro trombe.....	23
Figura 11. Temperaturas de un cerramiento usando madera .....	24
Figura 12. Temperaturas de un cerramiento usando bambú .....	24
Figura 13. Flujo de calor usando madera.....	25
Figura 14. Flujo de calor usando bambú .....	25

## Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo determinar las características térmicas de materiales sostenibles para lograr un confort térmico para las estructuras de las viviendas en diferentes regiones - 2022. Con respecto a la metodología se tiene que esta investigación es de tipo aplicada, de nivel explicativo, de diseño cuasi experimental, la variable Independiente es Característica térmica de los materiales sostenibles y la variable dependiente es el confort térmico. Se seleccionó 3 ciudades, cada una de cada región. Además, la técnica que se utilizará es el análisis documental y como instrumento se usó la ficha de recolección de datos. Como resultados se obtuvo que las principales propiedades térmicas son la conductividad térmica, la fusibilidad, soldabilidad y dilatación. Además, se tiene que la transmisión de calor que se realiza a través de los materiales es mediante la conducción, el cual toma en consideración los valores del grosor del material como de su conductividad térmica. Finalmente, que los materiales que se utilizaron para que se pueda existe un confort térmico a partir de una simulación en la costa fueron: el ladrillo huevo y l ladrillo ecológico, para la Sierra, el adobe y el muro trombe y finalmente, para la selva, el bambú y la madera (Cedro).

**Palabras clave:** materiales, confort, térmico, simulación.

## **Abstract**

The objective of this work is to determine the thermal characteristics of sustainable materials to achieve thermal comfort for housing structures in different regions - 2022. Regarding the methodology, this research is of an applied type, at an explanatory level, of quasi-experimental design, the independent variable is thermal characteristic of sustainable materials and the dependent variable is thermal comfort. 3 cities were selected, each one from each region. In addition, the technique that will be used is documentary analysis and the data collection form was used as an instrument. As results, it was obtained that the main thermal properties are thermal conductivity, fusibility, weldability and expansion. In addition, the heat transmission that is carried out through the materials is through conduction, which takes into consideration the values of the thickness of the material as well as its thermal conductivity. Finally, that the materials that were used so that thermal comfort can exist from a simulation on the coast were: the egg brick and the ecological brick, for the Sierra, the adobe and the trombe wall and finally, for the jungle, bamboo and wood.

**Keywords:** materials, comfort, thermal, simulation.



## I. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, para diversos países se requieren diferentes estructuras de vivienda debido a climas únicos. En consecuencia, los constructores deben tener en cuenta estos requisitos al crear nuevas estructuras de vivienda. Además, los constructores utilizan diferentes métodos y tecnologías para ahorrar energía y brindar confort térmico. Esto se debe a que los constructores crean estructuras de acuerdo con los aumentos masivos de población que provocan una gran demanda de viviendas nuevas.

Para garantizar un suministro de energía a largo plazo y reducir la contaminación continua, se deben implementar más proyectos que involucren sistemas de energía renovable y eficiencia. Una cosa para recordar al implementar estos proyectos es mantener cómodas a las personas que viven dentro de los edificios. (Razmjoo, 2015)

En ciertas regiones del país, las casas utilizan materiales de alta calidad para la construcción. Sin embargo, debido a la variada geografía del país, algunas casas se construyen con materiales específicos de su región. Por ejemplo, las casas de Puno contienen aislamiento que puede mantener el calor a pesar de las bajas temperaturas nocturnas. Mediante el uso de estos materiales aislantes baratos pero efectivos, los habitantes pueden experimentar el confort térmico en sus hogares.

En la selva de nuestro país se suelen utilizar mezclas de madera y ladrillo. A menudo, estos edificios tienen aberturas con enfriamiento natural; se considera al construir estas estructuras.

Por ende, es de suma importancia poder analizar qué tipo de materiales novedosos pueden brindar tanto una luminosidad en espacios cerrados como permitir un flujo de calor de los exteriores hacia los interiores con la menor pérdida posible. Entonces, se plantea como problema general: ¿Cuáles son las características térmicas de materiales sostenibles para lograr un confort térmico en las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022? Y, además, se tienen como problemas específicos:

- PE1: ¿Cuáles son las propiedades térmicas de los materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022?,
- PE2: ¿Cuáles son las características de la transmisión de calor a través de los diferentes tipos de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022?
- PE3: ¿Cómo se mide la transmisión de calor a través de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022?

Adicionalmente, este trabajo se justifica metodológica y teóricamente. Metodológicamente, otros investigadores pueden utilizar la metodología propuesta en este trabajo para evaluar otros materiales. Teóricamente, la extensión de la base teórica de una variable se justifica aumentando su comprensión a través de la investigación, específicamente, las dimensiones y definiciones de estas variables. Además, este trabajo puede ser aplicado en la práctica por expertos en ingeniería civil y arquitectura. La habitación donde se utilicen materiales sustentables puede tener confort térmico si se selecciona de acuerdo al lugar del Perú.

De esta manera se tiene que el objetivo general: Determinar las características térmicas de materiales sostenibles para lograr un confort térmico para las estructuras de las viviendas en diferentes regiones - 2022. Y se tienen como objetivos específicos:

- OB1: Determinar las propiedades térmicas de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022.
- OB2: Analizar las características de la transmisión de calor a través de los diferentes tipos de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022.
- OB3: Realizar una simulación de la transmisión de calor a través de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022.

Finalmente, se plantea la hipótesis general, la cual señala que los materiales sostenibles con mayor conductividad térmica y menor grosor permitirá lograr un confort térmico para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales se tiene a Toasa (2019), en su trabajo titulado “*Evaluación experimental del comportamiento térmico de tres sistemas constructivos de viviendas comunes para clima templado en la región andina del Ecuador*”. En el presente trabajo se estudiaron tres sistemas constructivos para evaluar sus propiedades térmicas y confort. Estos sistemas se definieron como tipo A, B y C; ocupan materiales comunes y utilizan paredes de block y techos de concreto, paredes de block y techos de zinc, o paredes de adobe y techos de teja. Los resultados del análisis paramétrico mostraron que los sistemas tipo A eran los más cómodos. Esto se debe a que tienen paredes aisladas, que son superiores al tipo B con techo aislado. Además, el tipo C fue superior al B con una proporción del 50% de lana de madera y un falso techo de madera. Las recomendaciones basadas en análisis paramétricos e información de flujo de calor respaldan la conclusión de que se pueden observar diferencias en el confort térmico entre los hogares monitoreados. Esta investigación también respalda la idea de que es necesario evaluar las transferencias de calor entre las partes más calientes y más frías de una habitación. Adicionalmente, indica que la comparación de diferentes tipos de paredes puede indicar cuál proporciona un mejor confort térmico.

Giraldo (2018), en su trabajo denominado “*Optimización del confort térmico en clima ecuatorial con tecnologías pasivas en fachadas. El caso de las viviendas de interés social de Cali*”, una evaluación metódica de  $T_r$  en sobres verticales opacos es el objetivo principal. Este experimento tiene como objetivo determinar la reducción de  $T_r$  que se puede lograr con estrategias de enfriamiento pasivo en la sala VIS de Cali. Los resultados mostraron un alto nivel de insatisfacción térmica y un ambiente con temperaturas  $T_r$  de hasta 47,27 grados centígrados. Se propusieron, evaluaron y analizaron varias soluciones constructivas a lo largo de las siguientes etapas. Los resultados finales mostraron que dos combinaciones redujeron la  $T_r$  en los sobres en aproximadamente un 60 % y un 74 %. Es mucho más económico implementar este trabajo que instalar un acondicionador de aire, que es la solución típica a este problema. Al hacerlo, proporciona información sobre

la necesidad de una simulación computacional para obtener el valor necesario para una estimación de confort térmico utilizando esta tecnología. Adicionalmente, mediante este trabajo se obtuvieron las temperaturas internas estimadas del lugar evaluado.

Aguilera (2017), en su trabajo denominado “Investigación de materiales usados en la construcción de envolventes que permitan mejorar el confort térmico en edificaciones unifamiliares, Guayaquil, 2016”. Al elegir el mejor material de construcción para envolventes a través de la investigación, este estudio ayuda a mejorar el confort térmico de las viviendas unifamiliares. Además, el uso de estos materiales en la construcción es más económico que el uso de otros materiales como el hormigón en las envolventes de los edificios. El estudio semicualitativo estuvo guiado por el método científico y se centró en elegir el mejor material. Los resultados de nuestra investigación muestran que las casas y los edificios no necesariamente tienen una capa exterior aislante. Lo que hemos aprendido es que las propiedades de diferentes materiales pueden conducir a un mejor confort térmico. Es posible que algunos materiales ni siquiera proporcionen ningún confort térmico a las personas que viven en ellos. No indicamos específicamente qué materiales serían mejores para usar; en cambio, indicamos que las propiedades de diferentes materiales podrían conducir al confort térmico deseado.

Y como antecedentes nacionales se encontró a Sánchez, L. (2020), en su trabajo denominado “El confort térmico en las viviendas rurales alto andinas y las condiciones de salubridad de las familias en los distritos de San José de Quero y Yanacancha en la región Junín”, el propósito de este estudio es determinar si el aumento del confort térmico en viviendas rurales altoandinas mejorará las condiciones de salud de las familias de los distritos de San José de Quero y Yanacancha en la Región Junín. Se utilizó una metodología descriptiva para completar esta tarea, lo que llevó a la conclusión de que mejorar el confort térmico ayudará a las familias de estas regiones en una mejora significativa de la salud. Esto se debe a que se obtuvo un coeficiente Rho de Spearman que es de 0,630, significativo con una significancia de 0,005 y menor al parámetro teórico de 0,05. La Cordillera de los Andes es una zona con alta demanda de viviendas que brinden confort térmico. Hacer esto es la única manera de que los habitantes se sientan

cómodos en los hogares. Por ello, es necesario utilizar materiales que puedan aportar este confort en estas viviendas.

Aguirre, J. (2019), en su trabajo denominado “Influencia del concreto translúcido en el confort lumínico de un polideportivo vertical en la esperanza, Trujillo”, en este capítulo se ensaya el efecto del hormigón traslúcido en las condiciones de confort lumínico de un polideportivo. Este efecto se examina a través de un diseño arquitectónico para un polideportivo vertical ubicado en el distrito de La Esperanza. Este capítulo consta de cinco apartados que sustentan una propuesta arquitectónica y el desarrollo de la investigación. En uno de estos apartados se describe cómo afectan distintas variables al diseño del centro deportivo a través de referencias teóricas y estudios de casos que consideran variables relevantes. Adicionalmente, una referencia permite a los usuarios verificar la aplicación de estas variables: condiciones similares al espacio utilizado en una infraestructura. El estudio concluyó que el uso de hormigón translúcido proporciona confort ligero a un área. Sin embargo, también indicó que era un desafío medir el confort térmico que brinda el material en diferentes condiciones climáticas.

Umán, S. (2019), en su trabajo denominado “Estrategias de climatización pasiva y confort térmico en la vivienda de adobe en la zona rural de Anta - Cusco, 2017”. El objetivo de este trabajo fue mejorar las condiciones térmicas de las viviendas rurales de Antacuzco. Estas viviendas actualmente carecen de confort térmico y no cuentan con aire acondicionado ni calefacción. Esto conduce a problemas relacionados con la salud de sus residentes. El objetivo principal era mejorar estas condiciones térmicas a través de estrategias de climatización natural. Esto se logró examinando las áreas de transferencia de calor, evaluando las estrategias de climatización activa o pasiva aplicables y calculando las mejoras producidas por las estrategias de climatización pasiva en las viviendas encuestadas y registradas. El método de investigación fue experimental e interpretativo; primero implicó identificar las características del área de estudio y la vivienda rural. Luego se inició el relevamiento y registro de estas viviendas, que determinó las condiciones térmicas de cada vivienda de la zona. Al mostrar que los hogares existentes pueden aplicar estrategias de aire acondicionado pasivo, los resultados muestran que estos métodos se implementan y aceptan fácilmente. También se muestra que los

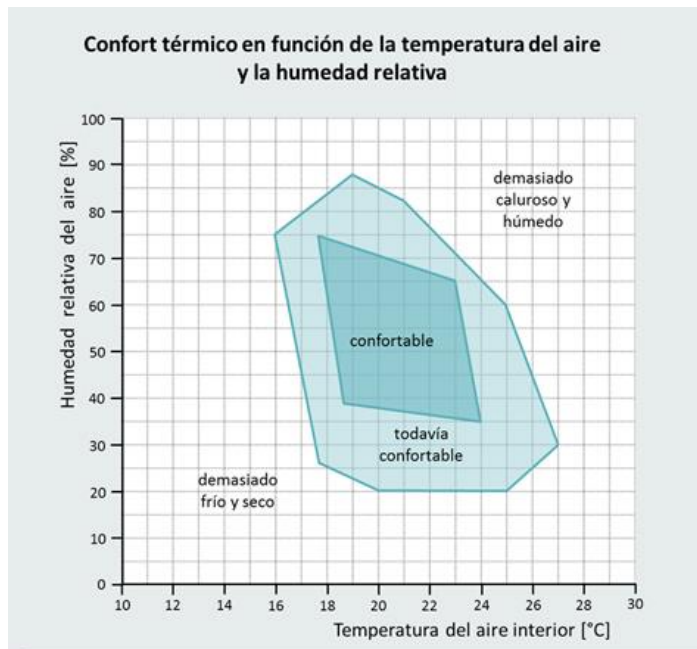
métodos pasivos de aire acondicionado pueden mejorar las condiciones térmicas del espacio habitable; esto reduce la necesidad de calefacción hasta en un 80%. Además, esto demuestra la necesidad de dotar a las viviendas rurales de confort térmico —o al menos de la posibilidad del mismo— para que exista habitabilidad en estas viviendas.

El cuerpo genera calor residual similar a cualquier otra máquina. Para mantener su interior a 37 grados centígrados, el cuerpo debe disipar calor. Lo hace a través de conducción, convección, radiación y evaporación. Debido a que el confort térmico es subjetivo y depende de muchos factores, se considera una base teórica. Para determinar el confort térmico de una habitación, se deben considerar las temperaturas tanto del aire como del cuerpo. A medida que la temperatura ambiental se acerca a la temperatura corporal, ya no existe un gradiente térmico. Esto significa que solo la evaporación puede proporcionar enfriamiento, que es una de las condiciones básicas para el confort ambiental. Además, estas condiciones son importantes para el diseño de edificios que requieren un equipo mecánico mínimo para proporcionar entornos cómodos para sus usuarios. La temperatura del aire es solo uno de varios factores ambientales que influyen en el confort térmico. La humedad y la velocidad del viento también juegan un papel importante en la temperatura percibida de un área. Además, el calor radiante de fuentes como los conductos de calefacción o el sol pueden cambiar drásticamente la temperatura percibida. Por esta razón, la compensación de temperaturas insatisfactorias puede lograrse dentro de ciertos rangos ajustando otros factores ambientales como la humedad y la velocidad del viento. Un método personal de compensación es el uso de ropa adecuada. Para medir el confort térmico es útil la temperatura de funcionamiento. Es el promedio entre la temperatura del aire y la temperatura promedio de radiación de los elementos del ambiente. Se considera preferible que este valor no sea significativamente diferente de la temperatura del aire. Además, la temperatura radiante promedio representa el calor irradiado a través de la radiación de los elementos del medio ambiente. Se compone de temperaturas superficiales ponderadas de todos los entornos incluidos en la comparación. La temperatura de una habitación nunca debe bajar por debajo del punto de rocío. Esto conduciría a la humedad en las paredes que podría causar el crecimiento de moho.

Las habitaciones nunca deben estar por encima de la temperatura de tolerancia al moho, que está entre 22 y 27 grados centígrados para el invierno y entre 25 y 27 grados centígrados para el verano. Además, el confort térmico tiene que ver con algo más que edificios; es una necesidad básica que se puede establecer con este principio. Debido a que el punto de rocío es una medida de la temperatura del aire y el contenido de humedad, es importante para determinar los niveles de confort térmico. Solo las ventanas tienen excepciones a esta regla; la mayoría de las medidas se aplican a la humedad relativa.

### Figura 1

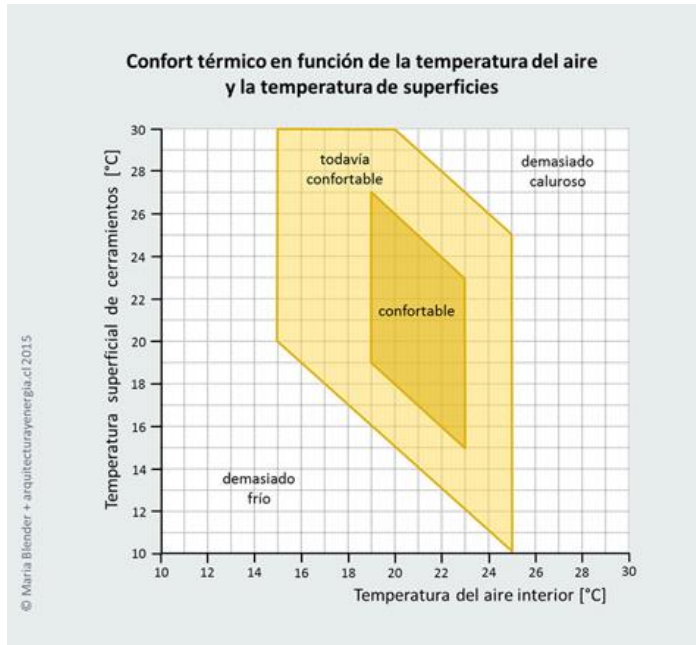
*Confort térmico en función de la temperatura del aire y la humedad relativa.*



Fuente: Arquitectura y energía (s.f.)

**Figura 2**

*Confort térmico en función de la temperatura del aire y temperatura de superficies*



Fuente: Arquitecturayenergia (s.f.)

Cada etapa de la construcción de una casa requiere materiales y procesos específicos. Estos materiales deben cumplir criterios específicos para su producción e instalación. Esto es para garantizar la seguridad y calidad del producto terminado: las casas. El producto final es un sistema de vigas y columnas interconectadas que funcionan con muros exteriores. Estos elementos transmiten peso a la base, que a su vez asegura la funcionalidad de cada habitación de la casa. Refuerzo de acero utilizado en los métodos de construcción tradicionales y generalizados. Se forma a dimensiones y formas específicas según la sección deseada de una estructura. Su finalidad es reforzar las mezclas de hormigón que componen la construcción, que también se perfilan según dimensiones y geometrías específicas. Esto crea un sistema de trabajo con columnas que ayuda a sostener e inclinar las paredes contra la forma general de la casa. Estos muros dan soporte, forma y estética a los espacios arquitectónicos de la casa. Después de construir una pared, es posible cubrir su superficie con algo de yeso. Hay muchos tipos diferentes de yeso; se clasifican según su grosor, apariencia y



funcionalidad. Desde mezclas tradicionales hasta opciones comerciales que ofrecen productos específicos, diferentes morteros responden a las necesidades estéticas de los consumidores. Antes de que comience la construcción, es necesaria una lista de verificación para ensamblar los materiales adecuados para la casa de concreto. El uso de esta lista permite a los constructores acceder a todos los materiales de manera oportuna. Esto les permite construir de forma segura y cómoda una casa rentable hecha de varios materiales.

Los siguientes conceptos son términos importantes que deben definirse claramente. Se miden con un termómetro y proporcionan medidas físicas sobre el calor contenido en un objeto o entorno. Esta energía se transfiere debido a una diferencia de temperatura y conduce al equilibrio térmico entre diferentes cuerpos. El primer término es flujo de calor: la medida de la transferencia de energía debido a una diferencia de temperatura que hace que los cuerpos igualen su temperatura. El segundo término es la fusibilidad, que mide qué tan fácil es para un material fundirse, cambiar de sólido a líquido y soldarse con otros materiales. Por último, la expansión es la medida de cuán grande se vuelve un objeto cuando se calienta; también mide la facilidad con que un material se suelda consigo mismo o con otros materiales.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada. Kothari (2008) dijo que la investigación aplicada se enfoca en resolver problemas inmediatos. Esto incluye los problemas que enfrentan las empresas y las industrias, así como la sociedad en su conjunto. Por el contrario, la investigación fundamental generalmente gira en torno a la creación de teorías y generalizaciones.

El nivel de esta investigación es explicativo. Las relaciones causales son el foco de la investigación; por eso es importante comprender el nivel de investigación. Este tipo de estudio implica explorar el problema y sus causas. Además, en este tipo de estudio intervienen cuatro elementos importantes: sujetos, objetos, medios y fines.

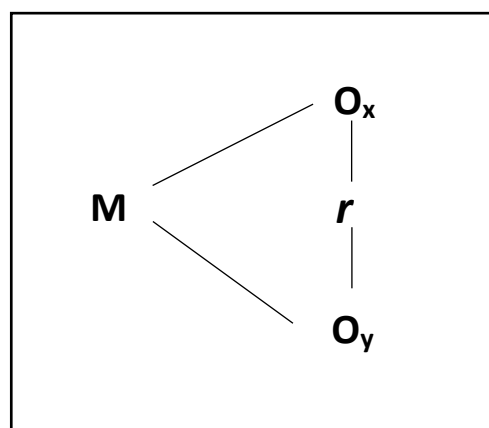
El diseño es cuasiexperimental. El investigador se enfrenta al reto de separar las variables independientes de los efectos de la variable dependiente. Además, esta investigación es longitudinal porque se enfoca en procesos que cambian con el paso del tiempo, tal como lo expresó Hernández (2018).

Se representa:

Dónde:

**M:** Muestra

- **O<sub>x</sub>:** variable 1: Características térmicas de materiales sostenibles
- **O<sub>y</sub>:** variable 2: Confort térmico
- r:** Relación entre las variables



Los materiales sostenibles con mayor conductividad térmica y menor grosor permitirá lograr un confort térmico para las estructuras de las viviendas en diferentes regiones - 2022.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### ***Definición conceptual***

- V. Independiente: Las propiedades térmicas de los materiales, incluida la conductividad, la fusibilidad, la soldabilidad y la expansión, son importantes al considerar la sostenibilidad. Estos se conocen como la característica térmica de los materiales sostenibles
- V. Dependiente: Confort térmico: es la sensación de las personas cuando no sienten frío ni calor, si lo hacen, es probable que se sientan insatisfechos con la temperatura de su entorno. Sin embargo, si se sienten satisfechos con la temperatura de su entorno, significa que experimentan termocepción ambiental.

**Tabla 1.***Operacionalización de las variables*

SEGÚN SU FUNCIÓN	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	SEGÚN SU NATURALEZA	DIMENSIONES	HERRAMIENTAS
Dependiente	Confort térmico	Es la sensación de las personas cuando no sienten frío ni calor, si lo hacen, es probable que se sientan insatisfechos con la temperatura de su entorno. Sin embargo, si se sienten satisfechos con la temperatura de su entorno, significa que experimentan termocepción ambiental.	Son las condiciones que se dan para que exista un confort térmico	Cuantitativa	Condiciones de confort térmico	Datos obtenidos por la simulación en ANTESOL y datos meteorológicos
Independiente	Características térmicas de materiales sostenibles	Las propiedades térmicas de los materiales, incluida la conductividad, la fusibilidad, la soldabilidad y la expansión, son importantes al considerar la sostenibilidad. Estos se conocen como la característica térmica de los materiales sostenibles.	Son las cuatro propiedades térmicas	Cuantitativa	Propiedades térmicas	Base de datos técnicos sobre los materiales

Fuente: Elaboración propia

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

#### **Población**

La población está conformada por las ciudades que conforman las tres regiones naturales del Perú: Costa, Sierra y Selva.

#### **Muestra**

La muestra sería 3 ciudades ya que el tipo de muestreo es de forma arbitraria porque se va a seleccionar 1 ciudad representativas de cada región en donde el clima no permite un confort térmico de forma natural casi todo el año.

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

La técnica que se utilizará es el análisis documental, los datos serán analizados y contrastados a través del método de análisis documental con el fin de obtener un análisis de la información.

Además, los datos sobre las ciudades involucradas en esta investigación se recopilan en una hoja de recopilación de datos. Adicionalmente, se utiliza otra hoja para recoger información sobre los diferentes tipos de materiales sostenibles y sus propiedades térmicas.

### **3.5. Procedimientos**

Los datos se recogen a través de una ficha de recogida de datos; los resultados de cada medición se registran en esta hoja. Después de registrar los datos, se procesan a través de Excel y otro software para su posterior análisis. Estos datos se relacionan con los niveles de calor y los flujos dentro de los recintos.

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

Mediante el uso del software ANTESOL, se puede cerrar una habitación con materiales que tengan las mismas propiedades térmicas que el material de la habitación. Esto permite que ocurra la simulación y obtener datos sobre el flujo de calor y la temperatura interna de la habitación.

Los materiales de estudio son principalmente todos los libros en donde se explica la transmisión de calor por conducción, así como de propiedades térmicas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Esta investigación sigue los estándares éticos tanto para los datos como para la información proporcionada por la simulación. Además, todos los datos obtenidos de fuentes externas estaban sujetos a los mismos estándares éticos.

La identidad de los participantes, así como la de la institución, se mantiene privada cuando se comparte la información de la investigación.

El análisis es imparcial y se basa en criterios, métodos y herramientas que están fuera de la situación.

Se demuestra que la información mostrada es original y libre de plagio intelectual al citar todas las fuentes utilizadas.

La información mostrada es confidencial y verdadera.

## IV. RESULTADOS

### **Propiedades térmicas de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022.**

A continuación, se describe para la costa los materiales que se escogieron:

- Ladrillo hueco

Un ladrillo tiene forma de arcilla cerámica que se calienta a más de 1.000 grados centígrados. Su proceso de fabricación a alta temperatura le otorga propiedades de aislamiento térmico y acústico. Además, los ladrillos huecos tienen agujeros que los atraviesan a lo largo del ladrillo.

- Ladrillo ecológico

El bloque está compuesto por fibras vegetales de tierra natural, cal y cáñamo. Estos se combinan, prensan y secan al aire para reducir la cantidad de energía utilizada durante la creación.

A diferencia de los ladrillos convencionales, los ladrillos ecológicos se secan en un ambiente frío. A pesar de esto, son tan resistentes a la humedad o incluso más resistentes que los ladrillos normales. También tienen la ventaja añadida de ser impermeables.

Ahora, se muestra los materiales que se usaron para la sierra

- Adobe

Adobe puede proporcionar un impacto mínimo al medio ambiente durante su producción. Sus productos de desecho pueden incluso usarse para regular la temperatura y regresar a la tierra con huella cero. El adobe es un material termorregulador que se calienta en invierno y se enfría en verano.

- Muro trombe

Al construir muros Trombe en Cusco y Puno, los residentes pueden mejorar rápidamente la calidad de sus vidas. Estas paredes pueden aumentar la temperatura interior entre 12 y 17 grados.

Entonces, se muestra los materiales que se utilizaron para la selva

- Bambu

El material similar a la madera tiene una conductividad térmica de 0,004 kcal/mh°C. Sus propiedades cambian a medida que envejece; la madera madura, de unos tres años, tiene la mayor resistencia al calor

Madera (Cedro)

La madera se está volviendo más popular en la sociedad moderna porque es más aislante, sostenible y térmicamente protegida en comparación con los ladrillos y el acero.

**Analizar las características de la transmisión de calor a través de los diferentes tipos de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022.**

### ***Diseño de la casa***

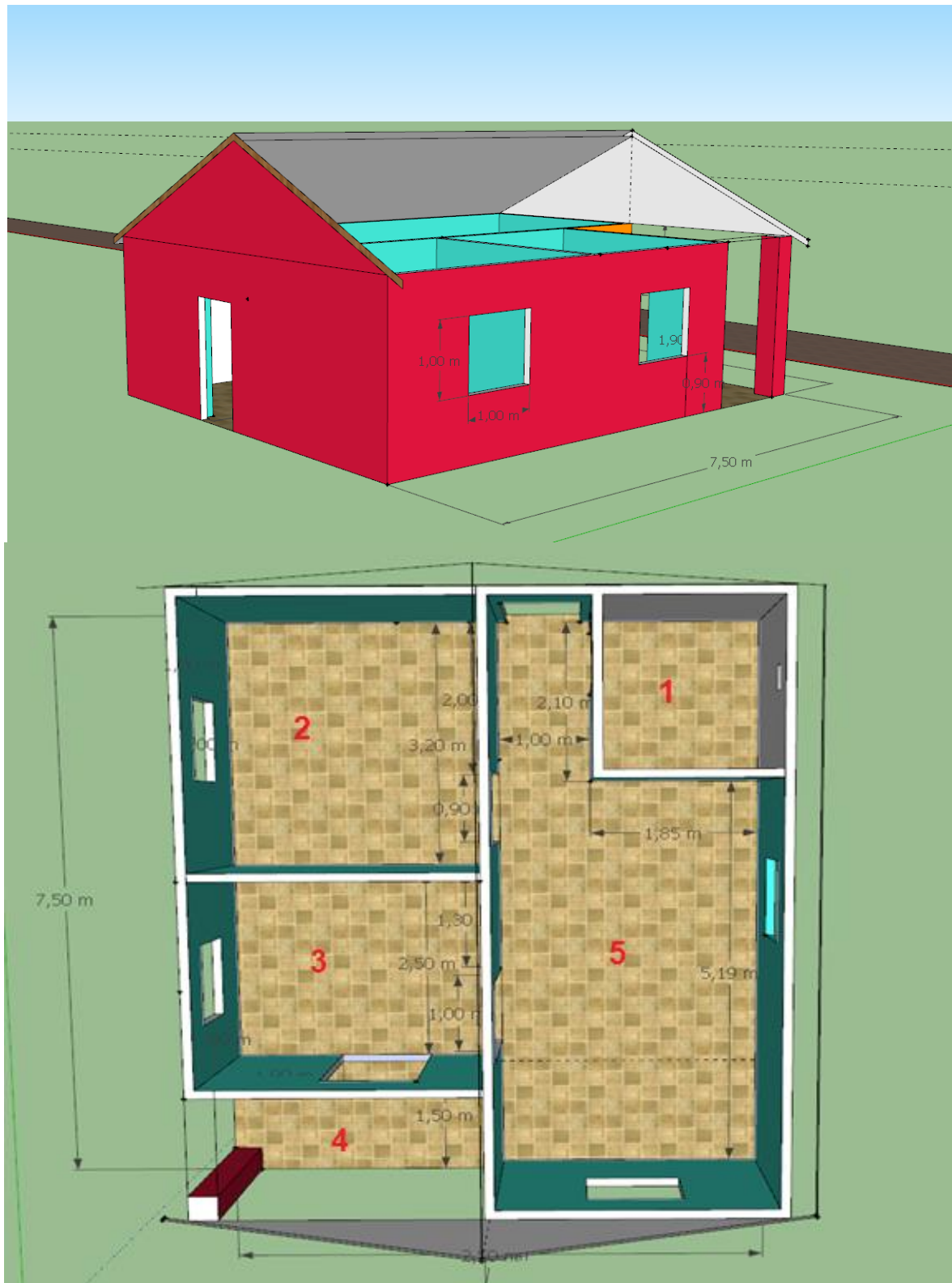
La vivienda tiene un área de 45 m<sup>2</sup>, con una altura de 2.50 m. Y está dividida en 5 espacios diferentes, cuyas dimensiones son:

- Espacio 1: 2.10 m x 1.85 m
- Espacio 2: 3.20 m x 3.15 m
- Espacio 3: 2.50 m x 3.15 m
- Espacio 4: 1.50 m x 3.15 m
- Espacio 5: 5.19 m x 2.85 m + 2.10 m x 1.00 m



**Figura 3**

*Diseño de la casa*



Fuente: Elaboración propia

### ***Transmisión de calor***

La transmisión de calor es la transferencia de energía térmica a través del contacto directo con otro cuerpo. Este proceso ocurre sin el intercambio de materia entre cuerpos; en cambio, el calor fluye de un cuerpo a mayor temperatura a otro a menor temperatura que está en contacto con el primero.

La capacidad de los materiales para conducir el calor está determinada por su conductividad térmica.

El calor se puede transmitir a través del contacto directo entre dos objetos. Esto ocurre cuando la materia y sus partículas microscópicas (átomos, moléculas y electrones) intercambian energía interna. Este intercambio es una combinación de energía potencial y energía cinética causada por moléculas en un fluido o electrones libres en un sólido. Diferentes materiales tienen diferentes conductividades térmicas; esto generalmente se debe a modos de vibración de partículas en un material no metálico o electrones libres en uno metálico.

Entonces, para nuestro caso, se debe analizar tanto el espesor que se utilizará para cerramiento, como la conductividad térmica, del material, ya que, de esa manera, se va a realizar la simulación para cada caso, pues el objetivo es hallar las temperaturas como los flujos de calor específicos para cada tipo de material.

**Realizar una simulación de la transmisión de calor a través de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022.**

**Caso: Costa**

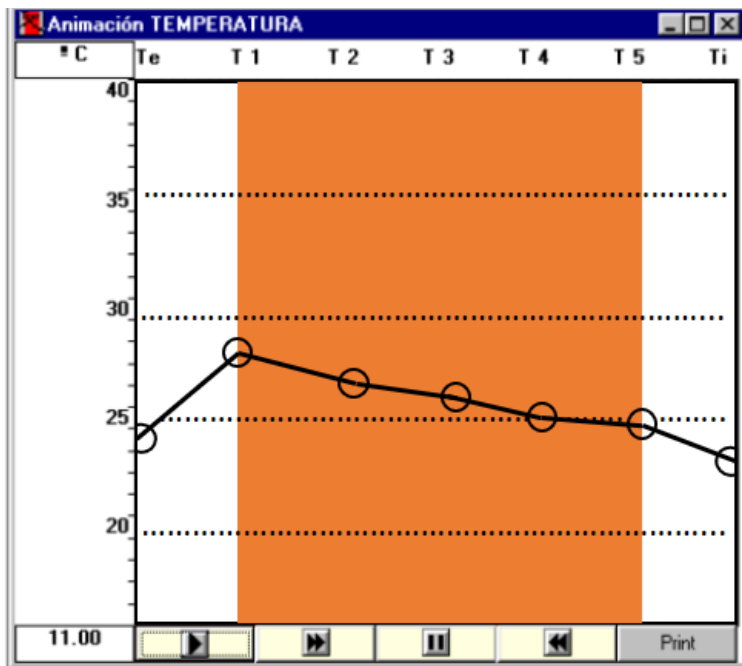
**Ciudad: Lima**

Para el caso del uso del ladrillo hueco y ladrillo ecológico

Se obtienen las temperaturas correspondientes

**Figura 4**

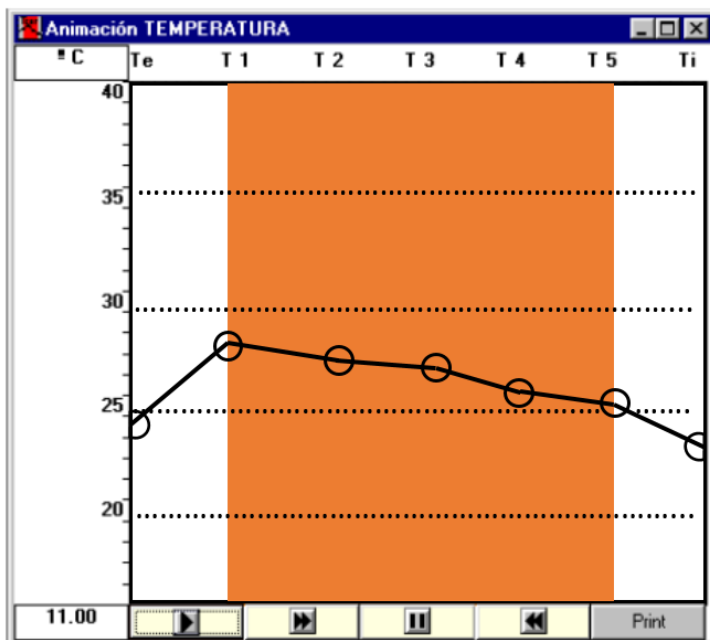
*Temperaturas de un cerramiento usando ladrillo hueco*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5**

*Temperaturas de un cerramiento usando el ladrillo ecológico*

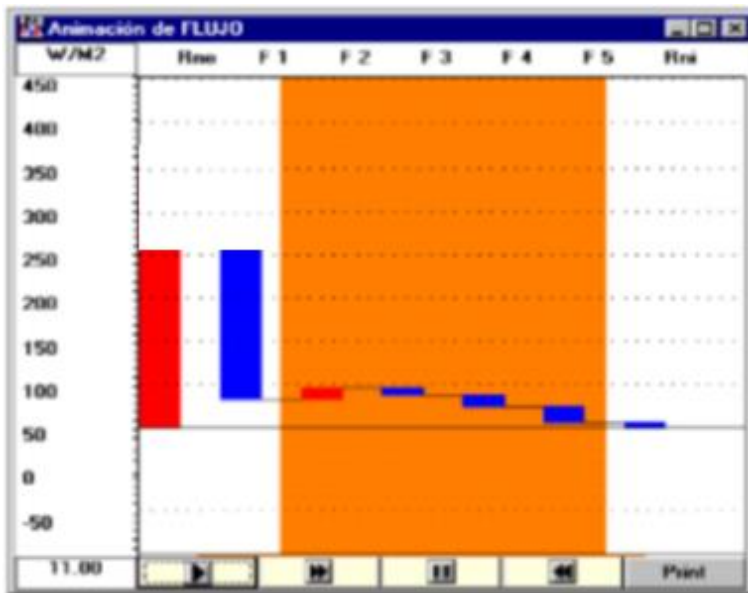


Fuente: Elaboración propia

Se puede observar de acuerdo a la figura 4 y 5 que al usar el ladrillo ecológico mantiene la temperatura ligeramente que el ladrillo hueco, por lo cual ambos materiales permiten que la temperatura dentro del lugar sea igual.

**Figura 6**

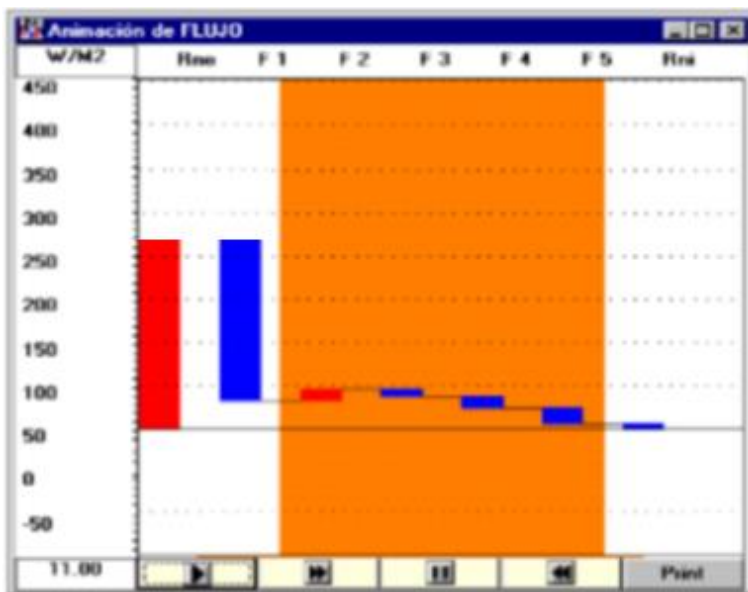
*Flujo de calor usando ladrillo hueco*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7**

*Flujo de calor usando ladrillo ecológico*



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar según la figura 6 y 7, los flujos de calor que ingresan dentro del lugar son casi iguales, por lo cual ambos materiales pueden ser usados para mantener un confort térmico debido a su capacidad térmica que tienen, las cuales son casi similares.

**Caso: Sierra**

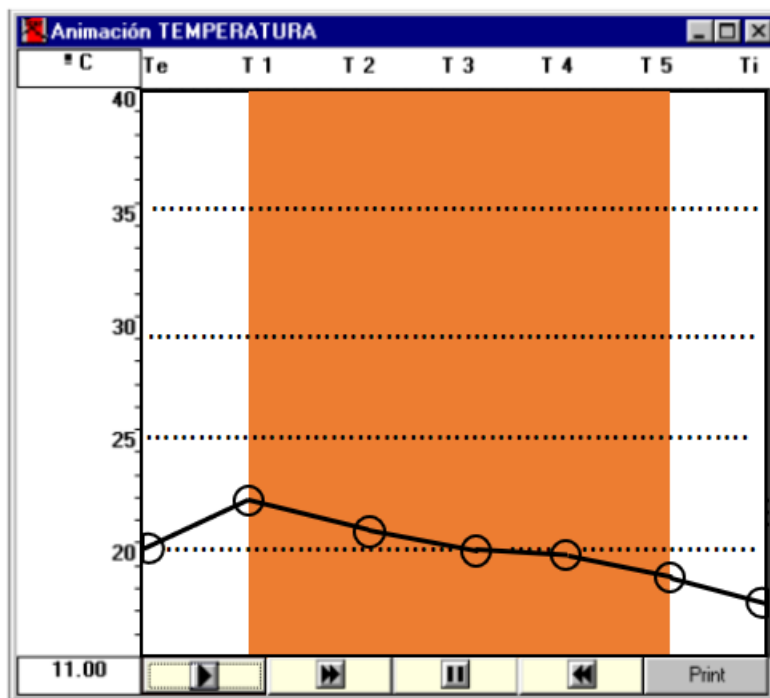
**Ciudad: Ayacucho**

Para el caso del uso del adobe y muro trombe

Se obtienen las temperaturas correspondientes

**Figura 8**

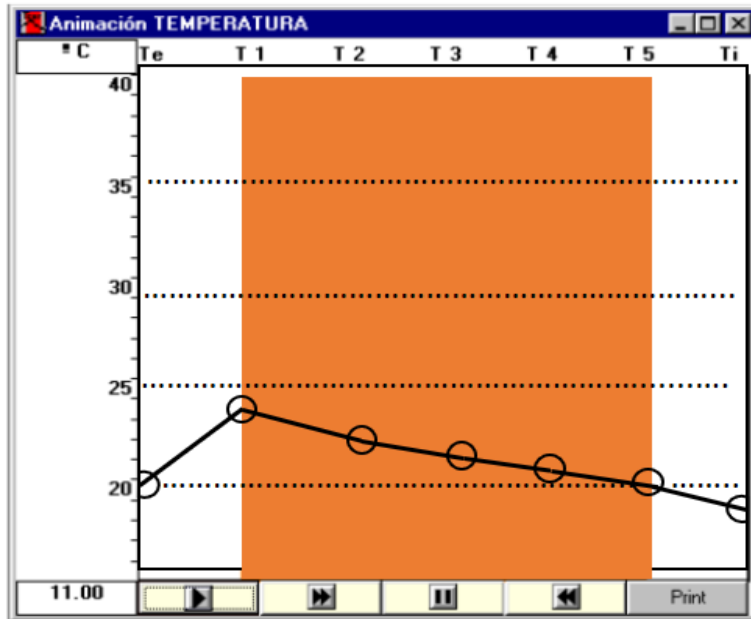
*Temperaturas de un cerramiento usando adobe*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 9**

*Temperaturas de un cerramiento usando muro trombe*

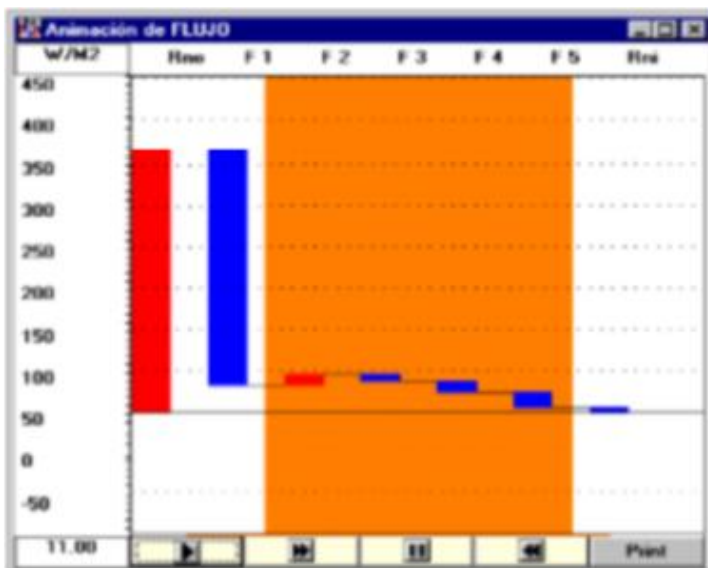


Fuente: Elaboración propia

Se puede observar de acuerdo a la figura 8 y 9 que al usar el muro trombe se puede generar un poco más de temperatura interna en comparación con lo que se obtiene con el adobe.

**Figura 10**

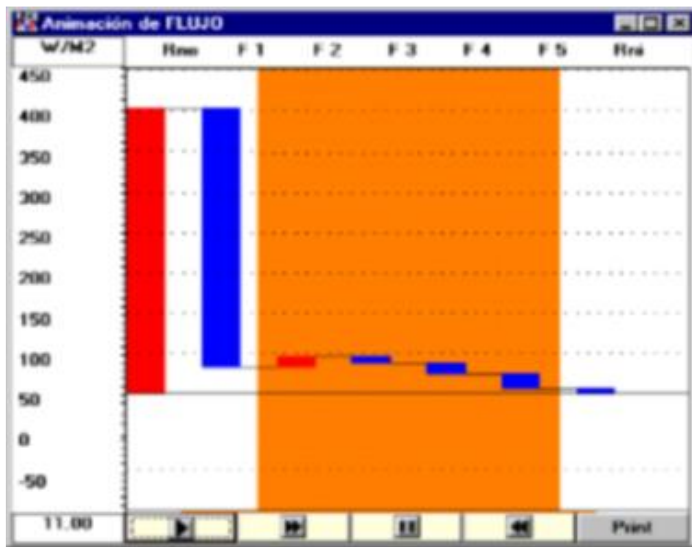
*Flujo de calor usando adobe*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 11**

*Flujo de calor usando muro trombe*



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar según la figura 10 y 11, los flujos de calor que ingresan dentro del lugar tienen una ligera diferencia, ya que el muro trombe permite mayor flujo de calor, por ende, el lugar se siente más caluroso, por ende ante bajas temperatura, es más provechoso usar este tipo de material en lugar que el adobe.

### **Caso: Selva**

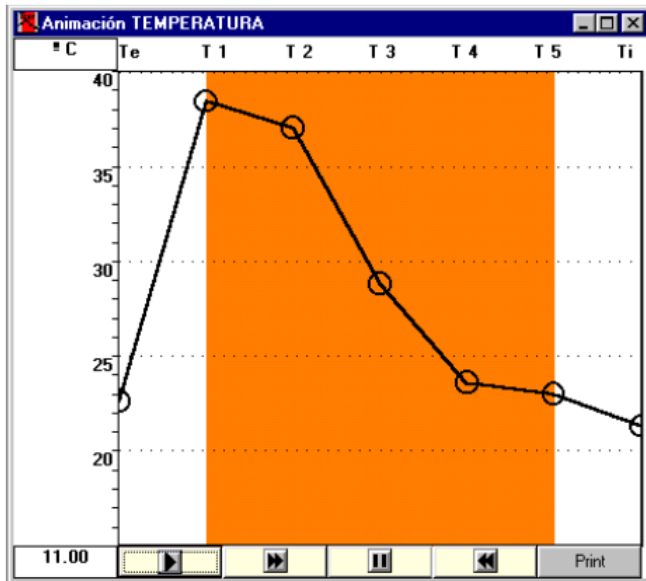
#### **Ciudad: Iquitos**

Para el caso del uso de la madera y el bambú

Se obtienen las temperaturas correspondientes

**Figura 12**

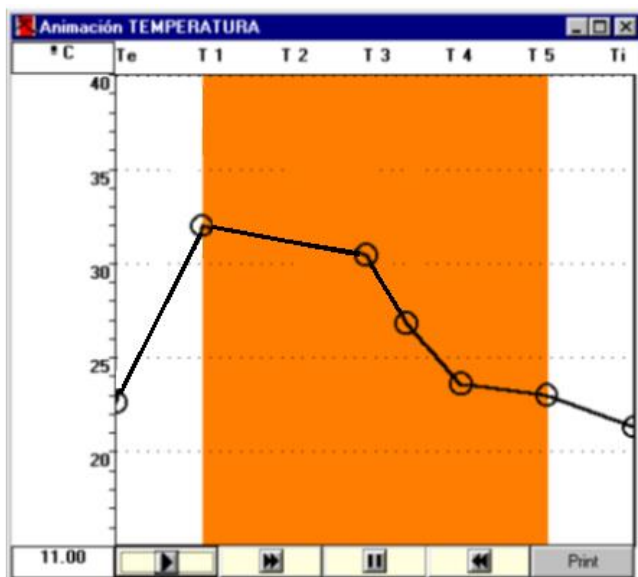
*Temperaturas de un cerramiento usando madera*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 13**

*Temperaturas de un cerramiento usando bambú*



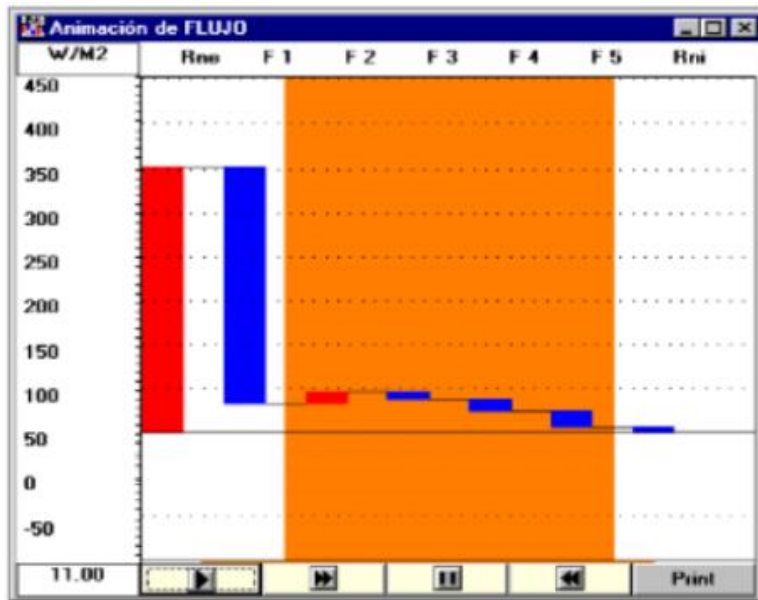
Fuente: Elaboración propia



Se puede observar de acuerdo a la figura 12 y 13 que al usar el bambú la temperatura disminuye en comparación con la madera en la cual se tiene que la temperatura es mayor.

**Figura 14**

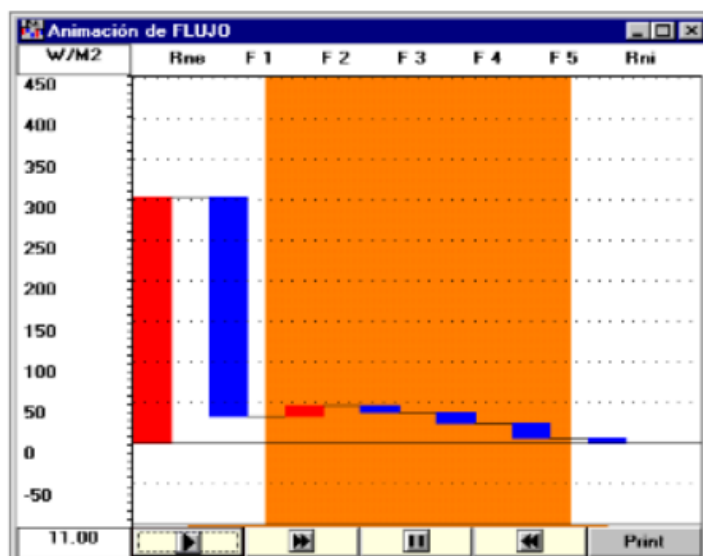
*Flujo de calor usando madera*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 15**

*Flujo de calor usando bambú*



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar según la figura 14 y 15, que para el bambú existe menor flujo de calor en comparación que la madera, por lo cual, menor flujo de calor ingresa al lugar mediante conducción.

## V. DISCUSIÓN

Con respecto a las propiedades térmicas de los materiales sostenible correspondiente al objetivo específico 1, se entiende que la principal propiedad es la conductividad térmica, dado que los materiales seleccionados son de acuerdo a la geografía en donde se requiera. Pese a ello Aguilera (2017), señala que los materiales sostenibles pueden ser usados en una vivienda específica como tal, tomando en consideración que sus propiedades térmicas no siempre ofrecen un confort térmico para quien lo use como vivienda.

Con respecto al objetivo específico 2, la transmisión de calor es mediante la conducción dado que el material se encuentra en contacto con el aire externo e interno de la habitación. Umán (2019), señala que dicha conducción depende de dos factores tanto el grosor del material y su conductividad térmica, pero esta conductividad puede variar y ser calculable si es que se construye un cerramiento a partir de varios materiales, y es entonces que el cálculo para la transmisión de calor mediante la conducción es más complicado.

Con respecto al objetivo específico 3, se entiende que, ante la complejidad de los cálculos, es mejor realizar una simulación en un programa que utiliza tanto la ecuación de conducción diferencial y métodos finitos para obtener tanto las temperaturas internas como los flujos de calor. Giraldo (2018), señala en su trabajo que es necesario realizar una simulación computacional para poder obtener el valor necesario para la obtención de un confort térmico usando este tipo de tecnologías, y asimismo se de los valores de las temperaturas internas del lugar que se evaluó.

Finalmente, con respecto al objetivo general, se tiene que los materiales que se usaron fueron, para la costa, los materiales que se analizaron fueron el ladrillo hueco y el ladrillo ecológico; para la sierra, el adobe y el muro trombe, y para la selva, tanto el bambú como la madera. Esto puede verse ya que en el trabajo de Sánchez (2020) surge la necesidad que las viviendas en una zona alto andina tienen que brindar confort térmico para que, de esa manera, las personas que las habitan que puedan sentirse cómodos. Por ello, es imprescindible usar materiales que puedan facilitar dicho confort.

## **VI. CONCLUSIONES**

Para la costa, los materiales que se analizaron fueron el ladrillo hueco y el ladrillo ecológico, este último presenta mayor capacidad para que existiera un confort térmico dentro de una habitación.

Para la sierra, los materiales que se analizaron fueron el adobe y el muro trombe, los dos son opciones para mantener el calor dentro de una vivienda debido a su alta conductividad térmica.

Para la selva, se analizó dos materiales, tanto el bambú como la madera, de estos dos, el bambú permitió que se pueda tener un mejor confort térmico.

Con respecto al primer objetivo específico se tiene que las principales propiedades térmicas son la conductividad térmica, la fusibilidad, soldabilidad y dilatación.

Y con respecto al segundo objetivo específicos, se tiene que la transmisión de calor que se realiza a través de los materiales es mediante la conducción, el cual toma en consideración los valores del grosor del material como de su conductividad térmica.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que para que un lugar pueda encontrarse en confort térmico se utilice una combinación de materiales de acuerdo a la geografía en cual se encuentra.

Además, se recomienda que se pueda medir de forma experimental las propiedades de los materiales que se usan, ya que muchas veces el valor de la conductividad térmica es muy referencial, y sería interesante que se pueda medir esta propiedad en alguna mezcla de material sostenible como el ladrillo sostenible.

Otro punto es poder evaluar el costo de implementar este tipo de materiales, ya que, si bien es cierto, muchos de ellos se pueden hacer de forma casera, la compra de los mismos por empresas es más caro si es que se quiere recubrir una casa entera para lograr un confort térmico.

## REFERENCIAS

- Aguirre, J. (2019). Influencia del concreto translúcido en el confort lumínico de un polideportivo vertical en la esperanza, Trujillo. Universidad Privada del Norte.
- Aguilera, J. (2017). Investigación de materiales usados en la construcción de envolventes que permitan mejorar el confort térmico en edificaciones unifamiliares, Guayaquil, 2016. Universidad de Guayaquil.
- Bardales, F. (2018). Influencia del cuarzo reemplazante del agregado grueso en las propiedades mecánicas del concreto, Trujillo 2018. Universidad privada del Norte, Lima.
- Carts, Y. (2008). Using Nano-Optics to Control the Phase of Light. Massachusetts: OSA, The Optical Society, Scatterings News, Vol. 7, pág. 6
- Coelho, F. (2011). Development and Application of Translucent Concrete. Bogotá D.C: CIM 2011 - VI Congreso Internacional de Materiales, noviembre.
- Cruz, K. (2008). Concretos Translúcidos. México D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, programa único de especializaciones de ingeniería, proyecto terminal. Ciudad Universitaria.
- Gálvan, S. (2006). Formulation for Obtaining a Translucent Concrete Mixture. 06812686.1 European.
- García, R. (2020). Transmitancia de luz y resistencia a la compresión del concreto translúcido con vidrio como sustituto del agregado grueso para su uso como unidad de albañilería. Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela de Posgrado. Programa de maestría en Ciencias.
- Giraldo, W. (2018). Optimización del confort térmico en clima ecuatorial con

tecnologías pasivas en fachadas: el caso de las viviendas de interés social de Cali. Universidad Nacional de la Plata.

Halm, J. (2007). Method for producing moulded bricks with fibres.

US2009/0200703A1 United States. Method.

Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. 6ta Edición. México DF.: Mc Graw Hill.

Hugo, A. (2018). Elaboración de panel decorativo a partir de concreto traslúcido y vidrio reciclado para ambientes. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Facultad de ingeniería, industria y construcción.

Jaeger, D. (2009). Work-and-Play Fabric, Translucent Concrete. No. 28, Chemical & Engineering News, Vol. 87

Losonczy, A. (2009). European Patent Application. Building Block Comprising Light Transmitting Fibres and a Method for Producing the Same.

Metropolitana (2006). Órgano Informativo de la Universidad Autónoma.

Semanario de LA UAM. México D.F.: Comunicación universitaria. Vol. XIII Núm 17.

Mohamed, N. y otros. (2007). Properties of Translucent Concrete. CSCE 2007 Annual General Meeting & Conference - Canadian Society for Civil Engineering. Yellowknife, Northwest Territories/ Yellowknife, Territoires du nord-ouest : s.n.. Vol. 2, págs. 651-660.

Shulman, K. (2001). X-ray Architecture. An idea hatched in the research department of OMA promises to transform the nature of buildings. Inventor Bill Price conjures up the ultimate material: translucent concrete. New York: Bellerophon Publications.

Razmjoo, A., Poursaee, A., Adamson, M. (2015). Durability of concrete incorporating crushed brick as coarse aggregate. Construcción y sus materiales, ISSN: 0950-0618, Vol: 94, Page: 426-432.

- Rynd, W. (2006). National Building Museum Annual Report 2006. Washington D.C.: National Building Museum.
- Rodríguez, G. (2019). Evaluación de la iluminación híbrida mediante el empleo de paneles de concreto liviano traslúcido como tabiquería. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Posgrado. Maestría en Ciencias Ambientales.
- Sánchez, L. (2020). El confort térmico en las viviendas rurales alto andinas y las condiciones de salubridad de las familias en los distritos de San José de Quero y Yanacancha en la región Junín. Universidad Nacional Federico Villarreal.
- The Economist (2001). Transparent concrete is encouraging architects to rethink how they design buildings. 8240, Houston (Texas): The Economist, 22 de septiembre de 2001, Vol. 360, pág. 6 1/2p.
- Toasa, A. (2019). Evaluación experimental del comportamiento térmico de tres sistemas constructivos de viviendas comunes para clima templado en la región Andina del Ecuador. Escuela Politécnica Nacional.
- Umán, S. (2019). Estrategias de climatización pasiva y confort térmico en la vivienda de adobe en la zona rural de Anta - Cusco, 2017. Universidad Ricardo Palma
- Villanueva, J. (2013). Síntesis y validación de concreto traslúcido empleando materiales del caribe colombiano. Universidad Tecnológico de Bolívar. Facultad de ingeniería. Maestría en ingeniería. Cartagena.
- World Intellectual Property, (2009). Bloque de construcción translúcido y un método para fabricarlo. 15 de January de 2009.
- Zhou, Z y otros. (2009). Investigación y desarrollo de dispositivos inteligentes basados en fibra óptica de plástico para el concreto Transparente. Editorial: Norbert G. Meyendorf et al. Proc. of SPIE. Smart Sensor Phenomena, Technology, Networks, and Systems., Vol. 7293.



## ANEXOS

### ANEXO 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuáles son las características térmicas de materiales sostenibles para lograr un confort térmico para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar las características térmicas de materiales sostenibles para lograr un confort térmico en diferentes regiones para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones – 2022.</p>	<p>Los materiales sostenibles con mayor conductividad térmica y menor grosor permitirá lograr un confort térmico para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022.</p>	<p>Confort térmico</p>	<p>Condiciones de confort térmico</p>	<p>Temperatura exterior</p> <p>Flujo de calor</p> <p>Temperatura interior</p>	<p>Ficha de recolección de datos</p>	<p>Nivel: explicativo</p> <p>Tipo: cuantitativo</p> <p>Diseño: cuasiexperimental</p> <p>Método: Simulación y análisis de datos</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuáles son las propiedades térmicas de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar las propiedades térmicas de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las</p>	<p>de las viviendas en las diferentes regiones - 2022.</p>	<p>Características térmicas de materiales sostenibles</p>	<p>Propiedades térmicas</p>	<p>Conductividad térmica</p> <p>Fusibilidad</p> <p>Soldabilidad</p> <p>Dilatación</p>	<p>Ficha de recolección de datos</p>	

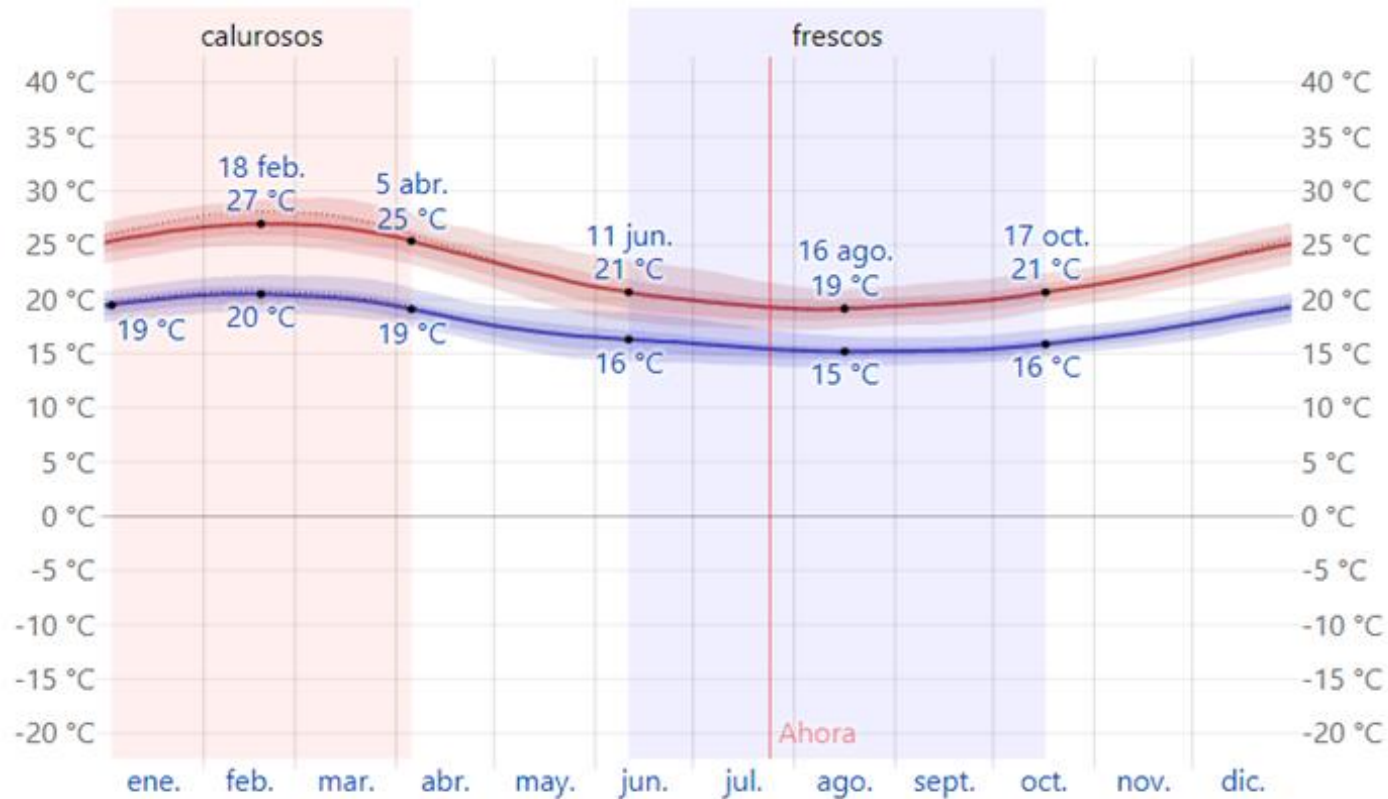
<p>¿Cuáles son las características de la transmisión de calor a través de los diferentes tipos de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022?</p> <p>¿Cómo se mide la transmisión de calor a través de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022?</p>	<p>diferentes regiones - 2022.</p> <p>Analizar las características de la transmisión de calor a través de los diferentes tipos de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022.</p> <p>Realizar una simulación de la transmisión de calor a través de materiales sostenibles para las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones - 2022.</p>						
--	---	--	--	--	--	--	--

### ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables

SEGÚN SU FUNCIÓN	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Dependiente	Confort térmico	Es la sensación que experimentan las personas cuando no sienten ni frío ni calor con respecto al ambiente en el que viven o desarrollan su actividad, es decir, perciben una sensación de satisfacción con el entorno térmico.	Son las condiciones que se dan para que exista un confort térmico	Condiciones de confort térmico	Temperatura exterior Flujo de calor Temperatura interior
Independiente	Características térmicas de materiales sostenibles	Son las propiedades térmicas, como la conductividad térmica, fusibilidad, soldabilidad y dilatación de materiales sostenibles.	Son las cuatro propiedades térmicas	Propiedades térmicas	Conductividad térmica Fusibilidad Soldabilidad Dilatación

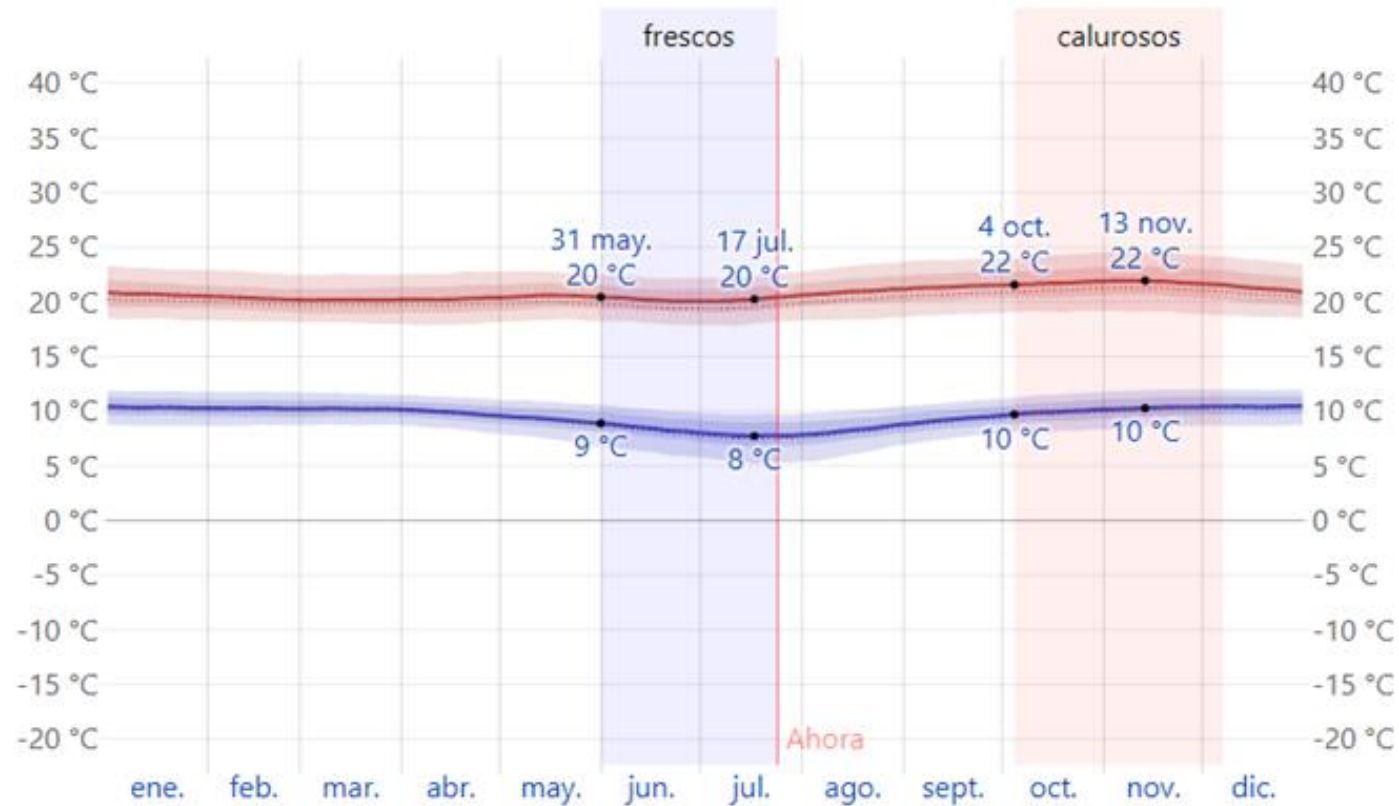
### Anexo 3: Temperaturas de las ciudades elegidas el 2021

#### Temperatura máxima y mínima promedio en Lima



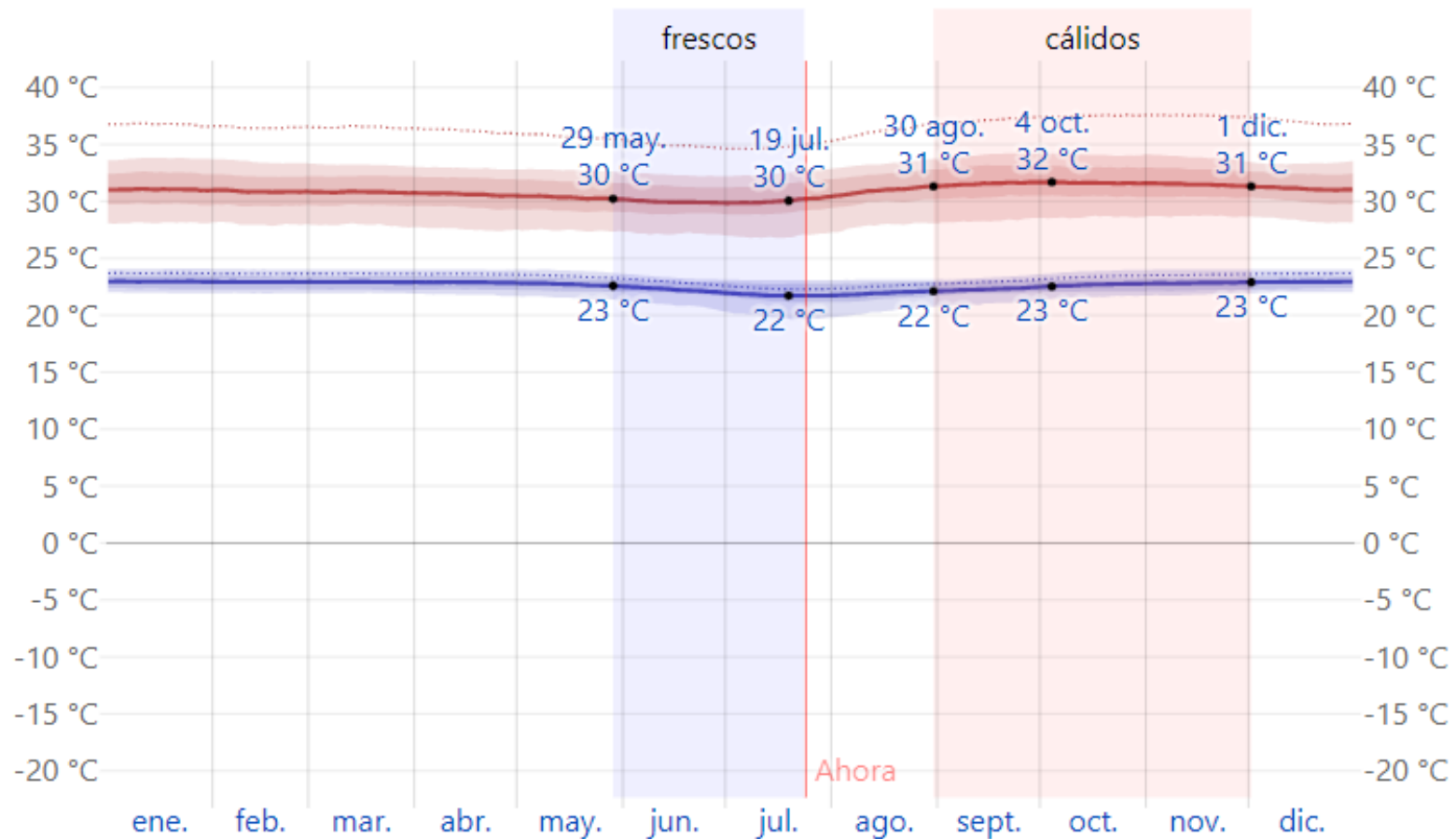
La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

### Temperatura máxima y mínima promedio en Ayacucho



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

## Temperatura máxima y mínima promedio en Iquitos



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

## Anexo 4: Características de los materiales

### Ladrillo hueco



UNA EMPRESA DEL GRUPO  UNICER

#### RELACIÓN COSTO / BENEFICIO

En la ecuación costo-beneficio, una propiedad construida con ladrillos es considerada por el mercado como una sólida inversión, porque no se desvaloriza con el paso del tiempo y logra el mejor valor de reventa a futuro.

Además, permite realizar inversiones parciales según avance de obra, contrario a otros sistemas en donde la mayor inversión se debe afrontar al inicio. Las propiedades son asegurables e hipotecables sin necesidad de estudios específicos.

#### DURABILIDAD Y RESISTENCIA

La vida útil de una construcción con ladrillo hueco es de más de 100 años comprobados, conservando sus propiedades resistentes y sus cualidades estéticas, con un mantenimiento prácticamente nulo.

El ladrillo hueco posee una resistencia estructural sumamente elevada respecto de otros materiales utilizados en la industria.

#### FÁCIL CONSTRUCCIÓN

El sistema constructivo con ladrillos huecos se adapta fácilmente a cualquier diseño. Por su extensa tradición en Argentina, cuenta con disponibilidad de materiales y mano de obra capacitada en todo el país. Además, permite a los propietarios realizar fácilmente refacciones y ampliaciones en etapas, a lo largo de la vida útil del edificio.

La practicidad y simpleza permite la autoconstrucción con una correcta ejecución y un buen comportamiento edilicio en el tiempo.

#### AHORRO ENERGÉTICO

Los ladrillos huecos termoeficientes cuentan con mayor cantidad de cámaras de aire en el sentido perpendicular al flujo de calor (interior - exterior) que los ladrillos huecos tradicionales. Además, su diseño permite la ruptura del puente térmico en las juntas. Estas características hacen que mejoren su capacidad aislante, prescindiendo de la incorporación de aislación térmica adicional.

Sus propiedades aislantes limitan el uso de equipos de aire acondicionado y calefacción, colaborando en la reducción del consumo de energía.

## CERRAMIENTO

Los ladrillos cerámicos huecos de cerramiento son ideales para dividir ambientes y para la ejecución de cualquier tipo de muro no portante. Se utilizan para la construcción de muros que no reciben cargas provenientes de techos o entrepisos de forma directa. Requieren de la implementación de estructura independiente, lo que otorga mayor libertad de diseño. Por su reducido peso son insustituibles en la ejecución de tabiques sobre losas de entrepiso.



		CERRAMIENTO 4	CERRAMIENTO 8	CERRAMIENTO 12	CERRAMIENTO 12	CERRAMIENTO 18
<b>DIMENSIONES</b> (ancho, alto, largo)	CM	<b>4x18x33</b>	<b>8x18x33</b> 6a	<b>12x18x33</b> 6a	<b>12x18x33</b> 9a	<b>18x18x33</b> 11a
<b>PESO</b>	KG	2,4	3,5	4,5	4,7	6,4
<b>CANTIDAD POR M²</b>	U	15	15	15	15	15
<b>PESO POR M²</b>	KG	36,75	52,5	67,5	70,5	96
<b>CANTIDAD POR PALLET</b>	U	270	198	144	144	90
<b>PESO DEL PALLET</b>	KG	661,5	693	648	676,8	576
<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	W/m²K	-	-	-	<b>1,24</b>	<b>1,19</b>

## Ladrillo ecológico





Dimensiones	: 5.5cm x 12.5cm x 26.2cm
Composición	: cemento, plástico y aditivo químico.
Peso por unidad	: 1,443 gramos
Peso por m2 de superficie	: 79.2 kg/m2
Resistencia a la compresión	: 2.00 Mpa.
Resistencia al envejecimiento	: Resistente a rayos ultravioleta y ciclos alternados de humedad.
Resistencia al fuego	: Material combustible de muy baja propagación de llama.
Conductividad Térmica	: 0.15 W/mK
Resistencia acústica	: 41 db.

- **Adobe**



El adobe se elabora con una mezcla de arcilla, arena y agua, aunque generalmente se le adiciona un elemento que ayude a los esfuerzos de corte como puede ser la paja; dicha mezcla es vertida en moldes de madera en forma de bloques y secada al sol. Evidentemente no cualquier tierra es la óptima para la elaboración de adobes, por lo que es necesario hallar, en las cercanías, una tierra que posea los porcentajes adecuados de arcilla (15%), arena (70%)<sup>4</sup>, por lo que para ello se puede realizar pruebas empíricas como la prueba del rollo<sup>5</sup>.

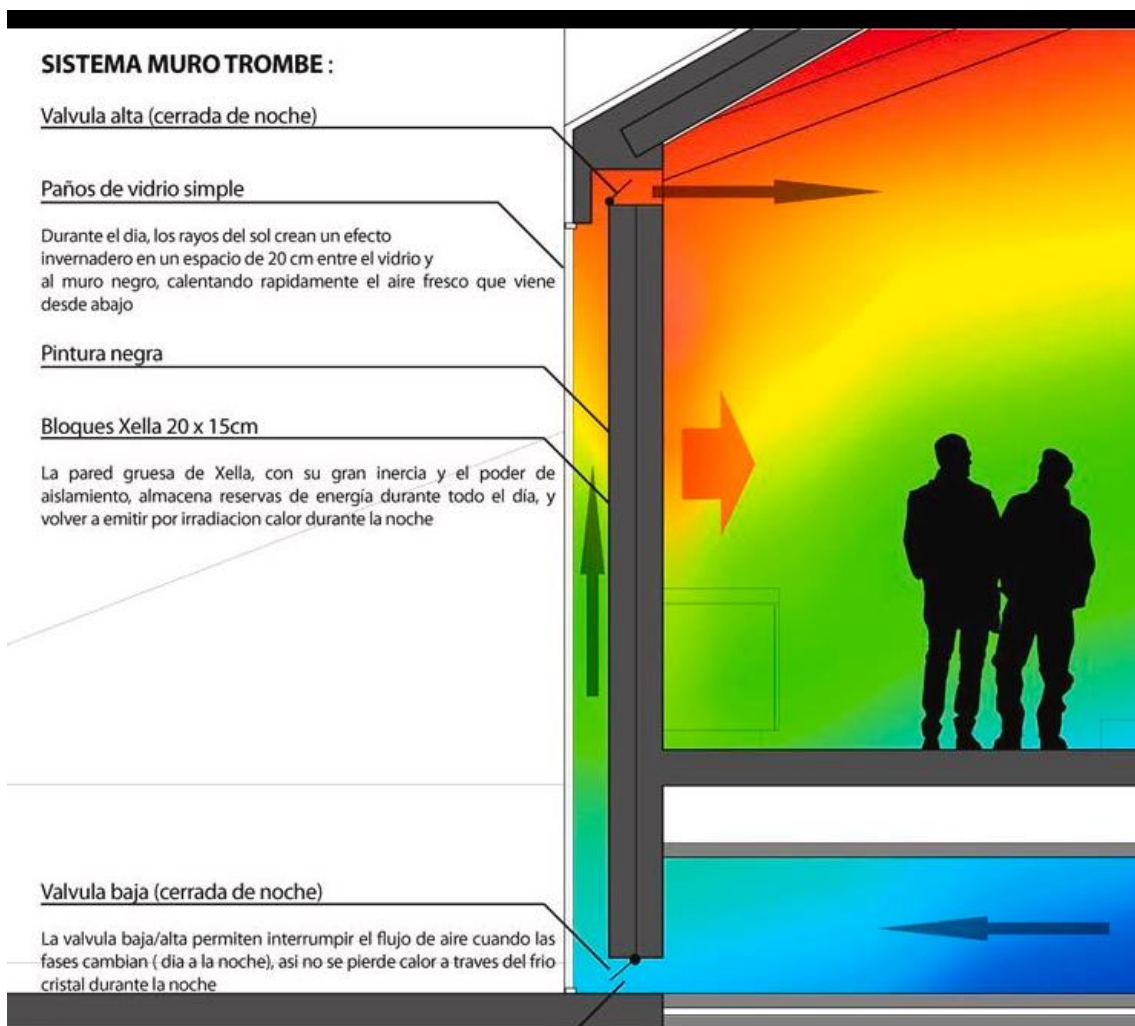
Luego de la selección de tierras, es necesario realizar una buena mezcla y batido del barro, tradicionalmente se realiza mediante el pisado del material, con el trabajo del ser humano o con la ayuda de animales como burros o caballos. El primer día se bate el barro, el mismo que se deja reposar durante la noche, al día siguiente se agrega la paja en una proporción de 8 partes de tierra por una de paja, adicionándose también el mucílago, que puede provenir de plantas como la sábila.<sup>6</sup>

La mezcla se vierte sobre moldes de madera, previamente mojados, para evitar que la madera absorba la humedad del material. Se reme el molde y se deja secar los adobes por aproximadamente 30 días, y debe ser volteado cada cierto tiempo durante el proceso de secado para garantizar que se seque de manera uniforme.

Teniendo en cuenta que el adobe es fabricado in situ y con el material disponible en las cercanías es difícil generalizar sus características. Podríamos decir que el tamaño de un bloque de adobe es variable, pero debe permitir realizar la autoconstrucción de la manera más simple. Por lo general en el Ecuador el tamaño del bloque de adobe varía entre 45-61 cm de longitud, 19-30 cm de ancho y 10-16 de altura. Los bloques utilizados durante la época colonial tendían a tener dimensiones mayores a las que actualmente se utilizan.

El adobe es un material muy sensible a la humedad, su absorción varía entre 0 a 4%, pero no debería exceder el 4%<sup>7</sup>. En cuanto a su comportamiento térmico, es posible decir que es un material higroscópico pues tiene la capacidad de mantener el calor o el frío, su coeficiente de conductividad varía entre 0,46 y 0,81 W/m.K, por esta razón puede asimilarse a un material aislante.<sup>8</sup>

- **Muro trombe**



**INGRESO DE AIRE FRESCO**

*El aire fresco exterior es suministrado a través de un ducto desde la fachada sur, viaja por el subsuelo para obtener un poco de calor a través de geotermia y desde el ducto de extracción de aire del interior de la...*



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.

Material	Conductividad térmica (kcal/h m °C)	Espesor recomendado (cm)	Oscilación aproximada de la temperatura interior (°C) en función del espesor del muro <sup>1</sup>					
			10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
Adobe	0,45	20-30	—	10°	4°	4°	4,5°	—
Ladrillo común	0,63	25-35	—	13°	6°	4°	—	—
Hormigón en masa	1,0	30-45	—	15,5°	9°	5,5°	3,3°	2,7°
Ladrillo con magnesio <sup>2</sup>	3,3	40-60	—	19,5°	13°	9,5°	7°	5°
Agua <sup>3</sup>	—	15 o más	17°	10°	7°	6°	5,5°	5°

- Notas: 1. Se supone un muro térmico con doble vidrio. Si se coloca una masa térmica suplementaria, con muros y/o pavimentos de obra, estas oscilaciones de temperaturas serán algo menores. Los valores mostrados son para días despejados de invierno.  
 2. El magnesio se utiliza en el ladrillo como aditivo para oscurecerlo. A la vez se incrementa fuertemente con ello la conductividad térmica del material.  
 3. Cuando se utiliza agua es recomendable utilizar recipientes cilíndricos como mínimo de 25 cm de diámetro (o 150 l de agua por metro cuadrado de vidrio).

## - Bambú



### **Propiedades fisicomecánicas**

Su conductividad térmica es de 0,004 kcal/mh°C.

Al igual que la madera, sus propiedades varían con la edad: los maduros (alrededor de tres años) tienen la máxima resistencia.

Desde el punto de vista mecánico el bambú se puede comparar favorablemente con el hormigón, el acero y la madera (es dos veces más rígida que ésta): requiere el 57% de su masa cuando es usado como viga y el 40% cuando lo es como columna.

Es tan eficiente estructuralmente como el acero y puede acumular tanta energía de tensión como la madera. Su resistencia a flexión relativa es superior a la madera y al acero aunque su mejor propiedad mecánica es la tracción paralela a la fibra (200-300 N/mm<sup>2</sup>), aunque no se suele aprovechar porque presenta, como la madera, el problema de la continuidad de los nudos. Además la tendencia al rajado impide el empleo de clavos para asegurar las uniones.

En cambio su resistencia a compresión que sí es su forma de trabajo más habitual, es buena, pero ha de considerarse junto al grado de sazónamiento (madurez) y a la relación longitud/diámetro. La paralela a la fibra varía (entre 630 y 860 kp/cm<sup>2</sup> y 520 y 930 kp/cm<sup>2</sup>) dependiendo si el diámetro es de 60 ó 32 mm respectivamente.

La resistencia a cortante está en torno a los 167 kp/cm<sup>2</sup>, más baja que la madera. Su resistencia a flexión es 11.850 N/mm<sup>2</sup> y su módulo de elasticidad está en torno a los 200.000 kp/cm<sup>2</sup>.

Sobre su resistencia al fuego hay pocas experiencias, pero dada su mayor densidad y el alto contenido de sílice, es mayor que la madera. Además el nudo actúa como retardante en la ignición.

Los componentes estructurales horizontales son más resistentes que los verticales y su ignición es lenta por lo que se incrementa el tiempo de evacuación en caso de incendio: es material combustible pero retardante.

# LA MADERA

Por:  
**Humberto ALVAREZ Noves**  
*Ingeniero de Montes*

## COMO AISLAMIENTO TERMICO

Es de sobra conocida la utilización de la madera y de sus productos derivados como aislantes térmicos en la edificación, principalmente en paredes y cubiertas.

La madera y demás materiales celulósicos son malos conductores del calor debido a que estos cuerpos tienen escasez de electrones libres, que son los responsables de una fácil transmisión de esta forma de energía (lo contrario de lo que ocurre en los metales), y también debido a que la madera y sus productos derivados son cuerpos porosos y por consiguiente su amplitud conductora tiene un valor intermedio entre los de sus componentes sólidos y los del aire contenido en los poros.

La conductividad térmica del aire en reposo es:

$$\lambda = 0,0216 \text{ Kcal/m.h } ^\circ\text{C a } 20^\circ\text{C}$$

La conductividad térmica de la sustancia leñosa en la dirección longitudinal a las fibras es  $\lambda = 5,62 \text{ Kcal/m.h. } ^\circ\text{C}$  y en la dirección perpendicular  $\lambda = 0,362 \text{ Kcal/m.h. } ^\circ\text{C}$ . La razón de esta diferencia hay que buscarla en la microestructura de la madera, ya que el transporte del calor por conducción, tropieza con menores resistencias en la dirección de las largas moléculas en cadena de celulosa, que ortogonalmente a ellas.

### Conductividad Térmica

La conductividad térmica de los materiales corrientemente empleados en la construcción es muy superior a la que presentan los productos forestales, como se puede apreciar en los valores siguientes:

	Kcal/m.h.°C
Aluminio .....	= 172
Acero .....	= 39
Hormigón .....	= 1
Ladrillo macizo .....	= 0,75
Vidrio .....	= 0,6
Yeso .....	= 0,45
Madera de frondosas ...	= 0,15
Madera de coníferas ...	= 0,11
Tablero de partículas ...	= 0,08
Tablero de fibras .....	= 0,06

En todas las aplicaciones prácticas de aislamiento térmico desempeña un papel importante el coeficiente de conductividad térmica  $\lambda$  que puede definirse técnicamente como aquella cantidad de calor, en Kcal, que atraviesa por hora, en régimen permanente, un cubo de un metro de arista, desde una de sus caras a la opuesta, cuando entre éstas existe una diferencia de temperatura de  $1^\circ\text{C}$ .

En el sistema internacional la unidad es  $\text{W/m } ^\circ\text{C}$ .

$$1 \text{ Kcal/h} = 1,163 \text{ W (vatio)}$$

Es frecuente que este coeficiente venga expresado en unidades inglesas  $\text{Btu in/h ft}^2 \text{ deg F}$  que para convertirlo en unidades térmicas c.g.s.  $\text{Kcal/m.h. } ^\circ\text{C}$  basta multiplicar las primeras por 0.12404.

La conductividad térmica es la propiedad física que nos indica la mayor o menor facilidad con que una sustancia determinada realiza la transmisión de calor, de-

pendiendo, en el caso concreto de la madera, de los siguientes factores: temperatura, dirección de la fibra, densidad, humedad, contenido de extractos e irregularidades estructurales tales como fendas y nudos. De todos estos factores, los cuatro primeros son los más importantes y a continuación veremos su influencia.

La conductividad térmica de la madera, aumenta conforme se eleva la temperatura; la siguiente fórmula empírica calculada por Kollmann puede ser utilizada dentro del intervalo de temperaturas

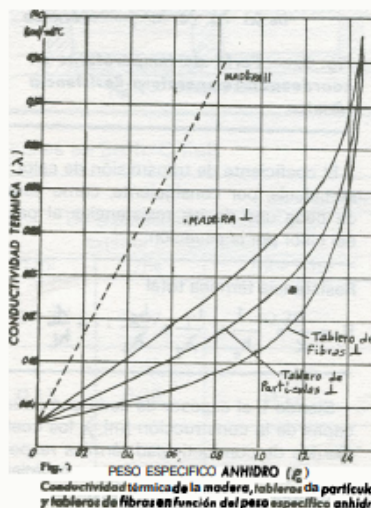
$$\lambda_2 = \lambda_1 \left[ 1 - \frac{1}{100} (0,98 \rho_0) \frac{t_1 - t_2}{100} \right]$$

donde  $\rho_0$  es el peso específico anhidro de la madera.


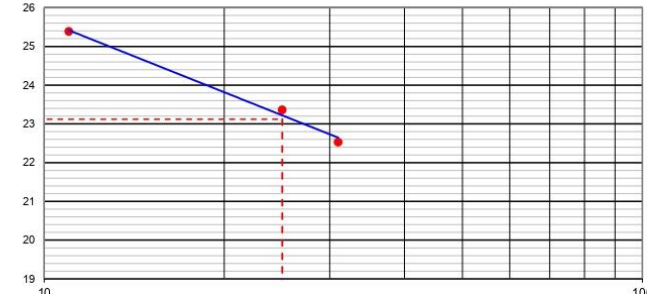

En el caso práctico de una pared, la temperatura que se considera es la temperatura media de las caras caliente y fría. Normalmente se suele considerar la conductividad constante, ya que al hacerlo así, el error cometido es más pequeño que el producido al estimar las pérdidas o ganancias térmicas del edificio o nave industrial objeto de estudio. No obstante en muchos casos concretos puede interesar conocer exactamente la conductividad y en tales casos si hay que tener en cuenta todos aquellos factores que la modifican.

En cuanto a la dirección de la fibra, al ser la madera un cuerpo fibroso y poroso se necesita indicar la dirección de propagación del flujo calorífico y por consiguiente si  $\lambda$  se refiere a la dirección normal a la fibra o paralela a ella, se ha comprobado que  $\lambda$  es de 2,0 a 2,8 veces mayor que la dirección paralela a la fibra que es la dirección normal.


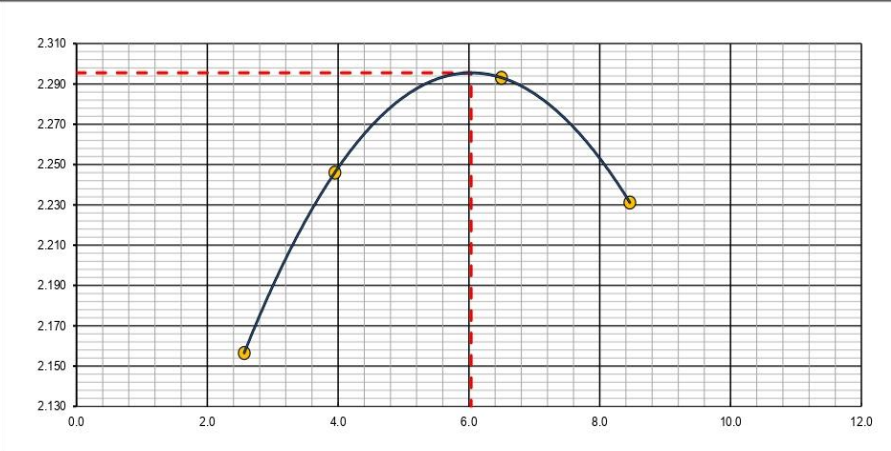
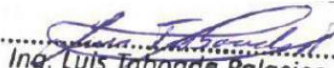
Teniendo en cuenta que la utilización práctica de la madera, el flujo de calor incide en la inmensa mayoría de los casos, en la dirección normal a las fibras, el coeficiente




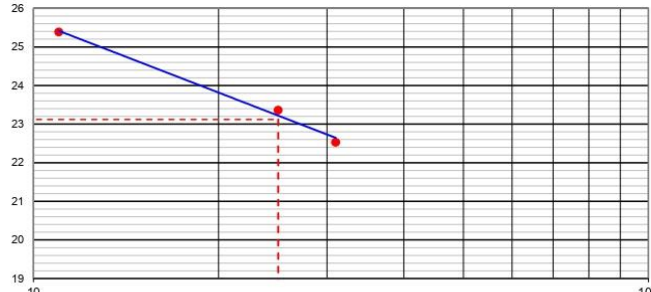

## Anexo 5: Proctor y ensayo de granulometría, limite y humedad de lima - Ancón

 <p><b>TECSOIL</b> Laboratorio de Suelos Asfalto - Concreto</p>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>																																																
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)																																																	
<b>SOLICITANTE</b> : MIRIAN MILAGROS VILLAVICENCIO SEGURA <b>TESIS</b> : CARACTERISTICAS TERMICAS DE MATERIALES SOSTENIBLES PARA LOGRAR UN CONFORT TÉRMICO EN LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS EN LAS DIFERENTES REGIONES 2022 <b>UBICACIÓN</b> : VISTA ALEGRE - ANCON <b>CANTERA</b> : LA GLORIA <b>MATERIAL</b> : AFIRMADO																																																	
<b>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</b>																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">N° de Tarro</td> <td></td> <td style="width: 15%;">1</td> <td style="width: 15%;">2</td> <td style="width: 15%;">3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Tarro + Suelo Humedo</td> <td>gr.</td> <td>92.71</td> <td>105.65</td> <td>96.41</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Tarro + Suelo Seco</td> <td>gr.</td> <td>86.55</td> <td>96.65</td> <td>88.18</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Tarro</td> <td>gr.</td> <td>59.21</td> <td>58.13</td> <td>55.76</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Agua</td> <td>gr.</td> <td>6.16</td> <td>9.00</td> <td>8.23</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco</td> <td>gr.</td> <td>27.34</td> <td>38.52</td> <td>32.42</td> <td style="text-align: center;"><b>Limite Liquido</b></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad</td> <td>%</td> <td>22.53</td> <td>23.36</td> <td>25.39</td> <td style="text-align: center;"><b>23</b></td> </tr> <tr> <td>Numero de Golpes</td> <td></td> <td>31</td> <td>25</td> <td>11</td> <td></td> </tr> </table>	N° de Tarro		1	2	3		Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	92.71	105.65	96.41		Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	86.55	96.65	88.18		Peso de Tarro	gr.	59.21	58.13	55.76		Peso de Agua	gr.	6.16	9.00	8.23		Peso del Suelo Seco	gr.	27.34	38.52	32.42	<b>Limite Liquido</b>	Contenido de Humedad	%	22.53	23.36	25.39	<b>23</b>	Numero de Golpes		31	25	11		
N° de Tarro		1	2	3																																													
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	92.71	105.65	96.41																																													
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	86.55	96.65	88.18																																													
Peso de Tarro	gr.	59.21	58.13	55.76																																													
Peso de Agua	gr.	6.16	9.00	8.23																																													
Peso del Suelo Seco	gr.	27.34	38.52	32.42	<b>Limite Liquido</b>																																												
Contenido de Humedad	%	22.53	23.36	25.39	<b>23</b>																																												
Numero de Golpes		31	25	11																																													
<b>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</b>																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">N° de Tarro</td> <td></td> <td style="width: 15%;">4</td> <td style="width: 15%;">5</td> <td style="width: 15%;">6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Tarro + Suelo Humedo</td> <td>gr.</td> <td>66.48</td> <td>66.32</td> <td>68.88</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Tarro + Suelo seco</td> <td>gr.</td> <td>64.40</td> <td>64.49</td> <td>67.25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Tarro</td> <td>gr.</td> <td>54.34</td> <td>55.10</td> <td>55.10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Agua</td> <td>gr.</td> <td>2.08</td> <td>1.83</td> <td>1.63</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Suelo seco</td> <td>gr.</td> <td>10.06</td> <td>9.39</td> <td>12.15</td> <td style="text-align: center;"><b>Limite Plastico</b></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad</td> <td>%</td> <td>20.68</td> <td>19.49</td> <td>13.42</td> <td style="text-align: center;"><b>20</b></td> </tr> </table>	N° de Tarro		4	5	6		Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	66.48	66.32	68.88		Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	64.40	64.49	67.25		Peso de Tarro	gr.	54.34	55.10	55.10		Peso de Agua	gr.	2.08	1.83	1.63		Peso de Suelo seco	gr.	10.06	9.39	12.15	<b>Limite Plastico</b>	Contenido de Humedad	%	20.68	19.49	13.42	<b>20</b>							
N° de Tarro		4	5	6																																													
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	66.48	66.32	68.88																																													
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	64.40	64.49	67.25																																													
Peso de Tarro	gr.	54.34	55.10	55.10																																													
Peso de Agua	gr.	2.08	1.83	1.63																																													
Peso de Suelo seco	gr.	10.06	9.39	12.15	<b>Limite Plastico</b>																																												
Contenido de Humedad	%	20.68	19.49	13.42	<b>20</b>																																												
<div style="text-align: center;"> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES</b> </div> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Constantes Físicas de la Muestra</th> </tr> <tr> <td style="width: 70%;">Limite Liquido</td> <td style="text-align: center;">23</td> </tr> <tr> <td>Limite Plastico</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td>Indice de Plasticidad</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Observaciones</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; padding: 10px;">Pasante Tamiz N° 40</td> </tr> </table>	Constantes Físicas de la Muestra		Limite Liquido	23	Limite Plastico	20	Indice de Plasticidad	3	Observaciones		Pasante Tamiz N° 40																																					
Constantes Físicas de la Muestra																																																	
Limite Liquido	23																																																
Limite Plastico	20																																																
Indice de Plasticidad	3																																																
Observaciones																																																	
Pasante Tamiz N° 40																																																	
 <p><b>Ing. Luis Taboada Palacios</b> JEFE DE LABORATORIO CIP. 56551</p>																																																	

- **Relación densidad/humedad (Proctor)**

 <p><b>TECSOIL</b> Laboratorio de Suelos Asfalto - Concreto</p>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>																		
	<b>RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)</b> (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)																		
<b>SOLICITANTE</b>		: MIRIAN MILAGROS VILLAVICENCIO SEGURA																	
<b>TESIS</b>		: CARACTERISTICAS TERMICAS DE MATERIALES SOSTENIBLES PARA LOGRAR UN CONFORT TÉRMICO EN LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS EN LAS DIFERENTES REGIONES 2022																	
<b>UBICACIÓN</b>		: VISTA ALEGRE - ANCON																	
<b>CANTERA</b>		: LA GLORIA																	
<b>MATERIAL</b>		: AFIRMADO																	
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2124	m3.	N° de capas	5										
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	6418	gr.	N° de golpes	56Gp.										
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>					1	2	3	4											
Peso Suelo + Molde					gr. 11,116	11,377	11,605	11,558											
Peso Suelo Humedo Compactado					gr. 4,698	4,959	5,187	5,140											
Peso Volumetrico Humedo					gr. 2,212	2,335	2,442	2,420											
Recipiente Numero					-	-	-	-											
Peso Suelo Humedo + Tara					gr. 500.0	500.0	500.0	500.0											
Peso Suelo Seco + Tara					gr. 487.5	481.0	469.5	461.0											
Peso de la Tara					gr. 0.0	0.0	0.0	0.0											
Peso del agua					gr. 12.5	19.0	30.5	39.0											
Peso del suelo seco					gr. 488	481	470	461											
Contenido de agua					% 2.6	4.0	6.5	8.5											
Densidad Seca					gr/cc 2.157	2.246	2.293	2.231											
<b>RESULTADOS</b>																			
Densidad Máxima Seca				2.296		(gr/cm3)	Humedad óptima		6.0 %										
Densidad Máxima Seca Corregida				2.348		(gr/cm3)	Humedad óptima		5.3 %										
<b>RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA</b>																			
 <p>The graph plots Dry Density (gr/cm³) on the y-axis (ranging from 2.130 to 2.310) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 0.0 to 12.0). A parabolic curve is drawn through four data points, with a vertical dashed red line indicating the maximum dry density at 6.0% moisture content. A horizontal dashed red line indicates the maximum dry density value of 2.296 gr/cm³.</p> <table border="1"> <caption>Data points from the Moisture-Density graph</caption> <thead> <tr> <th>Moisture Content (%)</th> <th>Dry Density (gr/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.6</td> <td>2.157</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>2.246</td> </tr> <tr> <td>6.0</td> <td>2.296</td> </tr> <tr> <td>8.5</td> <td>2.231</td> </tr> </tbody> </table>										Moisture Content (%)	Dry Density (gr/cm³)	2.6	2.157	4.0	2.246	6.0	2.296	8.5	2.231
Moisture Content (%)	Dry Density (gr/cm³)																		
2.6	2.157																		
4.0	2.246																		
6.0	2.296																		
8.5	2.231																		
 <b>Ing. Luis Taboada Palacios</b> JEFE DE LABORATORIO CIP. 56551																			

# Límite de consistencia

 <b>TECSOIL</b> Laboratorio de Suelos Asfalto - Concreto	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>				
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)				
<b>SOLICITANTE</b> : MIRIAN MILAGROS VILLAVICENCIO SEGURA <b>TESIS</b> : CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE MATERIALES SOSTENIBLES PARA LOGRAR UN CONFORT TÉRMICO EN LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS EN LAS DIFERENTES REGIONES 2022 <b>UBICACIÓN</b> : VISTA ALEGRE - ANCON <b>CANTERA</b> : LA GLORIA <b>MATERIAL</b> : AFIRMADO					
<b>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</b>					
N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	92.71	105.65	96.41	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	86.55	96.65	88.18	
Peso de Tarro	gr.	59.21	58.13	55.76	
Peso de Agua	gr.	6.16	9.00	8.23	
Peso del Suelo Seco	gr.	27.34	38.52	32.42	<b>Límite Líquido</b>
Contenido de Humedad	%	22.53	23.36	25.39	23
Numero de Golpes		31	25	11	
<b>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</b>					
N° de Tarro		4	5	6	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	66.48	66.32	68.88	
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	64.40	64.49	67.25	
Peso de Tarro	gr.	54.34	55.10	55.10	
Peso de Agua	gr.	2.08	1.83	1.63	
Peso de Suelo seco	gr.	10.06	9.39	12.15	<b>Límite Plástico</b>
Contenido de Humedad	%	20.68	19.49	13.42	20
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES</b>					
					
<b>Constantes Físicas de la Muestra</b>					
Limite Líquido	23				
Limite Plástico	20				
Índice de Plasticidad	3				
<b>Observaciones</b>					
Pasante Tamiz N° 40					
 <b>Ing. Luis Taboada Palacios</b> JEFE DE LABORATORIO CIP. 56551					



# Anexo 6: Proctor y ensayo de granulometría, limite y humedad de Huancayo - Tambo

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



### INFORME DE ENSAYO N° 0001 - 2022 - LAB NPL

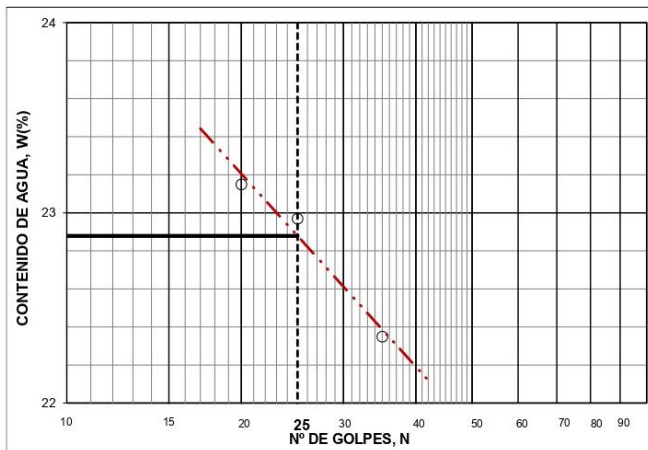
CARACTERISTICAS TERMINCAS DE MATERIALES SOSTENIBLES PARA LOGRAR UN CONFORT TERMINO EN LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS EN LAS DIFERENTES REGIONES 2022

PROYECTO :  
SOLICITANTE : MIRIAM MILAGROS VILLAVICENCIO SEGL  
UBICACIÓN : HUANCAYO DISTRITO DE EL TAMBO

FECHA RECEPCION : 24/10/2022 MUESTRA : M 1  
FECHA DE ENSAYO : 25/10/2022 TEC. RESPONSABLE : ILH

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110	
Numero del deposito	24      23      25
Peso del suelo húmedo + deposito	81.00    88.55    89.20
Peso del suelo seco + deposito	76.00    82.90    83.50
Peso del agua	5.00      5.65      5.70
Peso del deposito	54.40    58.30    58.00
Peso del suelo seco	21.60    24.60    25.50
Contenido de agua (w%)	23.15    22.97    22.35
Numero de golpes, n	20        25        35

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111	
Numero del deposito	10      11
Peso del suelo húmedo + deposito	65.30    63.30
Peso del suelo seco + deposito	64.60    62.10
Peso del agua	0.70      1.20
Peso del deposito	59.40    55.30
Peso del suelo seco	5.20      6.80
Contenido de agua (w%)	13.46    17.65
Promedio de %:	13.5      17.7



LL. =	22.9
L.P. =	15.6
I.P. =	7.0

OBSERVACIONES:

Ing. Luis Taboada Palacios  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



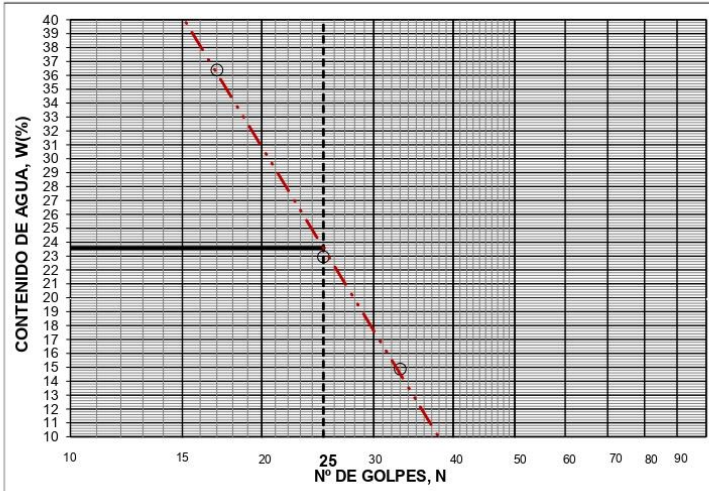
INFORME DE ENSAYO N° 0001 - 2022 - LAB NPL

CARACTERISTICAS TERMICAS DE MATERIALES SOSTENIBLES PARA LOGRAR UN CONFORT TERMINO EN LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS EN LAS DIFERENTES REGIONES 2022

PROYECTO : LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS EN LAS DIFERENTES REGIONES 2022  
 SOLICITANTE : MIRIAM MILAGROS VILLAVICENCIO SEGLI  
 UBICACIÓN : IQUITOS LOCALIDAD DE SAN JUAN  
 FECHA RECEPCION : 24/10/2022 MUESTRA : M 1  
 FECHA DE ENSAYO : 25/10/2022 TEC. RESPONSABLE : ILH

LIMITE LIQUIDO (LL)		MTC E 110	
Numero del deposito	24	23	25
Peso del suelo húmedo + deposito	84.70	90.70	86.40
Peso del suelo seco + deposito	81.20	84.80	78.10
Peso del agua	3.50	5.90	8.30
Peso del deposito	57.70	59.10	55.30
Peso del suelo seco	23.50	25.70	22.80
Contenido de agua (w%)	14.89	22.96	36.40
Numero de golpes, n	33	25	17

LIMITE PLASTICO (LP)		MTC E 111	
Numero del deposito	10	11	
Peso del suelo húmedo + deposito	64.00	65.60	
Peso del suelo seco + deposito	63.20	64.90	
Peso del agua	0.80	0.70	
Peso del deposito	57.50	59.20	
Peso del suelo seco	5.70	5.70	
Contenido de agua (w%)	14.04	12.28	
Promedio de %:	14.0	12.3	



L.L. =	23.6
L.P. =	13.2
I.P. =	10.0

OBSERVACIONES:

Ing. Luis Taboada Palacios  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

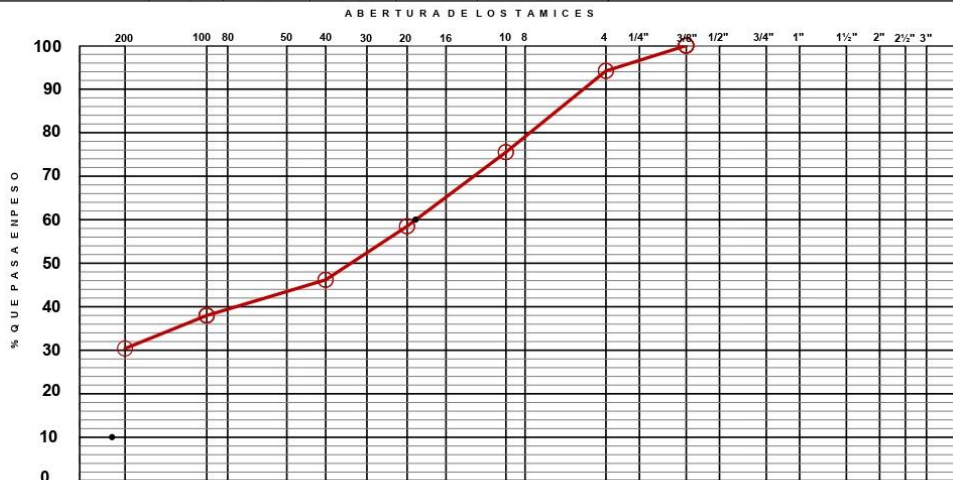


INFORME DE ENSAYO N° 0001 - 2022 - LAB NPL

TESIS : CARACTERISTICAS TERMINCAS DE MATERIALES SOSTENIBLES PARA LOGRAR UN CONFORT TERMINO EN LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS EN LAS DIFERENTES REGIONES 2022  
 SOLICITANTE : MIRIAM MILAGROS VILLAVICENCIO SEGURA  
 UBICACIÓN : IQUITOS LOCALIDAD DE SAN JUAN  
 FECHA RECEPCION : 24/10/2022 MUESTRA : M 1  
 FECHA DE ENSAYO : 25/10/2022 TEC. RESPONSABLE : ILH

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 204

Tamiz Pulgada	mm.	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	máx. (%)	
4"	100.00							Peso Inicial : 8,000.0
3"	75.00							Porción de finos : 805.0
2 1/2"	63.50							% de Humedad : 1.3
2"	50.80							% de Grava : 5.8
1 1/2"	38.10							% de Arena : 94.2
1"	25.40							Tamaño Máximo : 3/8"
3/4"	19.05							% Pasante N° 200 : 30.4
1/2"	12.70							Color :
3/8"	9.525				100.0			L.L. : 23.6
1/4"	6.350							L.P. : 13.2
N° 4	4.750	460.0	5.8	5.8	94.2			I.P. : 10.0
N° 8	2.360							M.F. :
N° 10	2.000	160.0	18.7	24.5	75.5			CLASIFI. AASHTO : A-2-4 (0)
N° 16	1.190							CLASIFI. SUCS :
N° 20	0.850	145.0	17.0	41.5	58.5			OVER > 2" :
N° 30	0.600							Obs
N° 40	0.420	105.0	12.3	53.8	46.2			
N° 50	0.300							
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	70.0	8.2	62.0	38.0			
N° 200	0.074	65.0	7.6	69.6	30.4			
Bandeja		5.0	30.4	100.0				



Ing. Luis Taboada Palacios  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

# Anexo 7: Proctor y ensayo de granulometría, limite y humedad de Iquitos-San Juan

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



### INFORME DE ENSAYO N° 0001 - 2022 - LAB NPL

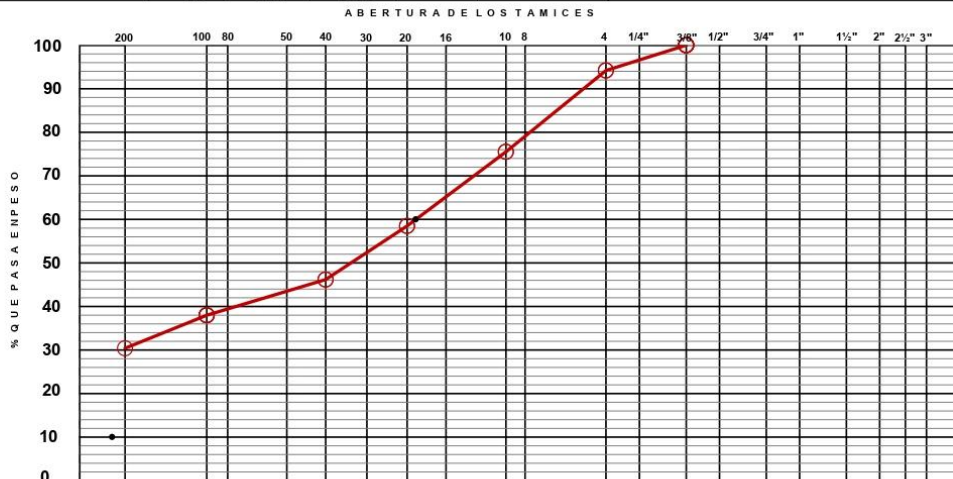
TESIS : CARACTERISTICAS TERMINCAS DE MATERIALES SOSTENIBLES PARA LOGRAR UN CONFORT TERMINO EN LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS EN LAS DIFERENTES REGIONES 2022

SOLICITANTE : MIRIAM MILAGROS VILLAVICENCIO SEGURA  
UBICACIÓN : IQUITOS LOCALIDAD DE SAN JUAN

FECHA RECEPCION : 24/10/2022 MUESTRA : M 1  
FECHA DE ENSAYO : 25/10/2022 TEC. RESPONSABLE : ILH

#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 204

Tamiz #	Pulgada	mm.	Material retenido		Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
			Peso (g)	Retenido (%)		Acumulado (%)	min. (%)	
4"		100.00						Peso Inicial : 8,000.0
3"		75.00						Porción de finos : 805.0
2 1/2"		63.50						% de Humedad : 1.3
2"		50.80						% de Grava : 5.8
1 1/2"		38.10						% de Arena : 94.2
1"		25.40						Tamaño Máximo : 3/8"
3/4"		19.05						% Pasante N° 200 : 30.4
1/2"		12.70						Color :
3/8"		9.525			100.0			L.L. : 23.6
1/2"		6.350						LP. : 13.2
N° 4		4.750	460.0	5.8	5.8	94.2		IP. : 10.0
N° 8		2.360						M.F. :
N° 10		2.000	160.0	18.7	24.5	75.5		CLASIFI. AASHTO : A-2-4 (0)
N° 16		1.190						CLASIFI. SUCS :
N° 20		0.850	145.0	17.0	41.5	58.5		OVER > 2" :
N° 30		0.600						
N° 40		0.420	105.0	12.3	53.8	46.2		Obs
N° 50		0.300						
N° 60		0.250						
N° 80		0.180						
N° 100		0.150	70.0	8.2	62.0	38.0		
N° 200		0.074	65.0	7.6	69.6	30.4		
Bandeja			5.0	30.4	100.0			



Ing. Luis Taboada Palacios  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO**



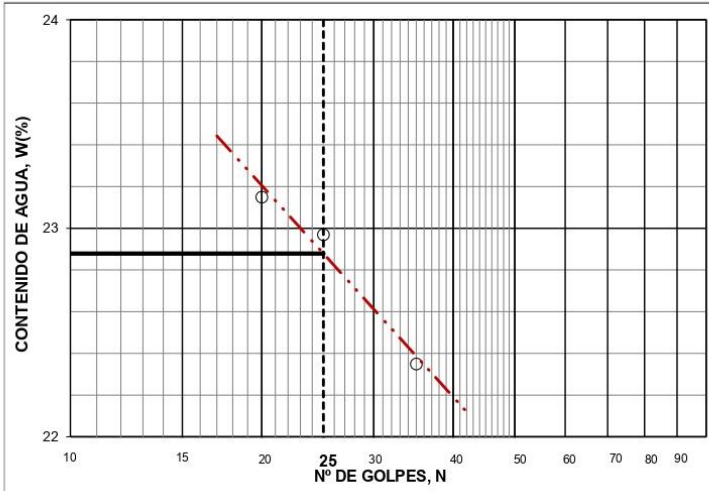
**INFORME DE ENSAYO N° 0001 - 2022 - LAB NPL**

CARACTERISTICAS TERMINCAS DE MATERIALES SOSTENIBLES PARA LOGRAR UN CONFORT TERMINO EN  
: LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS EN LAS DIFERENTES REGIONES 2022

PROYECTO :  
SOLICITANTE : MIRIAM MILAGROS VILLAVICENCIO SEGL :  
UBICACIÓN : HUANCAYO DISTRITO DE EL TAMBO :  
FECHA RECEPCION : 24/10/2022 MUESTRA : M 1  
FECHA DE ENSAYO : 25/10/2022 TEC. RESPONSABLE : ILH

LIMITE LIQUIDO (LL)		MTC E 110	
Numero del deposito	24	23	25
Peso del suelo húmedo + deposito	81.00	88.55	89.20
Peso del suelo seco + deposito	76.00	82.90	83.50
Peso del agua	5.00	5.65	5.70
Peso del deposito	54.40	58.30	58.00
Peso del suelo seco	21.60	24.60	25.50
Contenido de agua (w%)	23.15	22.97	22.35
Numero de golpes, n	20	25	35

LIMITE PLASTICO (LP)		MTC E 111	
Numero del deposito	10	11	
Peso del suelo húmedo + deposito	65.30	63.30	
Peso del suelo seco + deposito	64.60	62.10	
Peso del agua	0.70	1.20	
Peso del deposito	59.40	55.30	
Peso del suelo seco	5.20	6.80	
Contenido de agua (w%)	13.46	17.65	
Promedio de %:	13.5	17.7	



L.L. =	<b>22.9</b>
L.P. =	<b>15.6</b>
I.P. =	<b>7.0</b>

OBSERVACIONES:

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

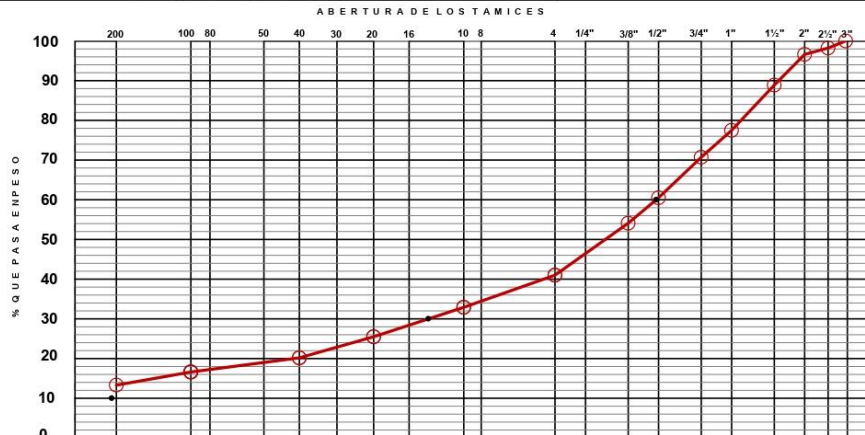


INFORME DE ENSAYO N° 0001 - 2022 - LAB NPL

TESIS : CARACTERISTICAS TERMINCAS DE MATERIALES SOSTENIBLES PARA LOGRAR UN CONFORT TERMINO EN LAS ESTRUCTURAS DE LAS VIVIENDAS EN LAS DIFERENTES REGIONES 2022  
 SOLICITANTE : MIRIAM MILAGROS VILLAVICENCIO SEGURA  
 UBICACION : HUANCAYO DISTRITO DE EL TAMBO  
 FECHA RECEPCION : 24/10/2022 MUESTRA : M 1  
 FECHA DE ENSAYO : 25/10/2022 TEC. RESPONSABLE : ILH

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 204

Tamiz		Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
Pulgada	mm.	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	máx. (%)	
4"	100.00							
3"	75.00				100.0			Peso Inicial : 45,200.0
2 1/2"	63.50	835.0	1.8	1.8	98.2			Porción de finos : 805.0
2"	50.80	715.0	1.6	3.4	96.6			% de Humedad : 1.3
1 1/2"	38.10	3485.0	7.7	11.1	88.9			% de Grava : 59.0
1"	25.40	5175.0	11.4	22.5	77.5			% de Arena : 41.0
3/4"	19.05	3080.0	6.8	29.3	70.7			Tamaño Máximo : 3"
1/2"	12.70	4625.0	10.2	39.5	60.5			% Pasante N° 200 : 13.3
3/8"	9.525	2900.0	6.4	45.9	54.1			Color :
1/4"	6.350							L. L. : 22.9
N° 4	4.750	5900.0	13.1	59.0	41.0			L.P. : 15.6
N° 8	2.360							I.P. : 7.0
N° 10	2.000	160.0	8.1	67.1	32.9			M.F. :
N° 16	1.190							CLASIFI. AASHTO : A-2-4 (0)
N° 20	0.850	145.0	7.4	74.5	25.5			CLASIFI. SUCS : GC
N° 30	0.600							OVER > 2" :
N° 40	0.420	105.0	5.3	79.8	20.2			Obs
N° 50	0.300							
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	70.0	3.6	83.4	16.6			
N° 200	0.074	65.0	3.3	86.7	13.3			
Bandeja		5.0	13.3	100.0				



Ing. Luis Taboada Palacios  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 56551



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Características Térmicas de Materiales Sostenibles para Lograr un Confort Térmico en las Estructuras de las Viviendas en Las Diferentes Regiones - 2022", cuyo autor es VILLAVICENCIO SEGURA MIRIAM MILAGROS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 14 de Octubre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO <b>DNI:</b> 42203191 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 14- 10-2022 08:48:35

Código documento Trilce: TRI - 0434434