

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de Adobe, distrito de Huanipaca 2024

Presentado por:

Joel Bolaños Huillcahua

Para optar el título de Ingeniero Civil

Abancay, Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



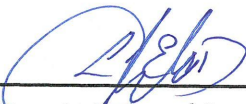
TESIS

**Influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en el confort
térmico de viviendas de Adobe, distrito de Huanipaca 2024**

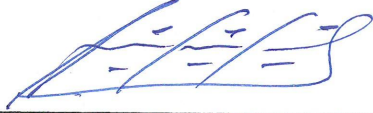
Presentado por **Joel Bolaños Huillcahua**, para optar el título de Ingeniero Civil

Sustentado y aprobado el 17 de junio del 2026 ante el jurado evaluador:

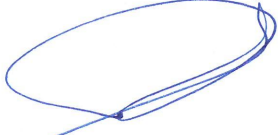
Presidente:


Mtro. Darwin Duhamel Loayza Encalada

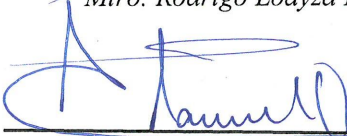
Primer miembro:


Mtro. Charles Néstor Checya Alata

Segundo miembro:


Mtro. Rodrigo Loayza Elguera

Asesor:


Dr. Calixto Cañari Otero

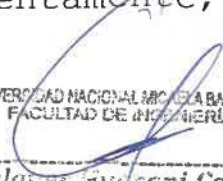
Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 154-2026

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería declara que, la Tesis titulado: **Influencia de baldosas de estiércol de Bos taurus con lana de Ovis aries en el confort térmico de viviendas de Adobe, distrito de Huanipaca 2024**, presentada por el bachiller; **JOEL BOLAÑOS HUILLCAHUA**, para optar el Título de **Ingeniero Civil**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software Turnitin, siendo el índice de similitud **ACEPTABLE** de **(8%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

Abancay, 09 de junio del 2026

Atentamente,



 UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA

Dr. Walquer Huacani Calsin
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

C. c.
Archivo
WHC/ DUI-FI
Yovana/sec
REG. N° 498

Agradecimiento

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia y amigos, quienes me brindaron su apoyo y motivación a lo largo de todo el proceso de elaboración de este trabajo de investigación.

A mi asesor, Dr. Calixto Cañari Otero, por su valiosa orientación, sus consejos y los conocimientos compartidos que hicieron posible alcanzar este objetivo tan anhelado.

A mis docentes, cuyas enseñanzas han forjado en mí un sólido compromiso con el estudio, la mejora continua y la búsqueda constante de la excelencia profesional.



Dedicatoria

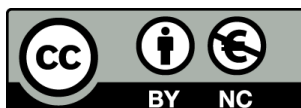
Quiero dedicarle este trabajo, con todo mi amor, respeto y eterna gratitud, a mi querida abuela, Apolinaria Barretón Cáceres, a quien extraño profundamente y recuerdo con inmenso cariño. En vida me brindó su amor sincero e infinito, sus valiosas enseñanzas y los principios que guiaron mi formación como persona. Aunque hoy ya no se encuentre físicamente a mi lado, su recuerdo permanece vivo en mi corazón y en cada paso que doy. Su ejemplo de esfuerzo, humildad y fortaleza ha sido una fuente constante de inspiración durante este camino. Me hubiera gustado compartir este logro con ella, pero tengo la certeza de que, desde donde se encuentre, acompaña con orgullo cada uno de mis pasos. Su memoria seguirá siendo mi mayor fuente de inspiración y motivación en cada logro y en cada meta alcanzada.



Influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de Adobe, distrito de Huanipaca 2024

Línea de investigación: Ingeniería de materiales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del problema	7
1.2.1 Problema general	7
1.2.2 Problemas específicos	7
1.2.3 Justificación de la investigación	7
CAPÍTULO II	12
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	12
2.1 Objetivos de la investigación	12
2.1.1 Objetivo general	12
2.1.2 Objetivos específicos	12
2.2 Hipótesis de la investigación	12
2.2.1 Hipótesis general	12
2.2.2 Hipótesis específicas	12
2.3 Operacionalización de variables	13
CAPÍTULO III	14
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	14
3.1 Antecedentes	14
3.1.1 Antecedentes internacionales	14
3.1.2 Antecedentes nacionales	17
3.1.3 Antecedentes locales	20
3.2 Marco teórico	21
3.2.1 Baldosas	21
3.2.2 Taxonomía de <i>Bos taurus</i>	26
3.2.3 Estiércol de <i>Bos taurus</i>	26
3.2.4 Taxonomía de <i>Ovis aries</i>	29
3.2.5 Lana de <i>Ovis aries</i>	29
3.2.6 Confort térmico	31
3.2.7 Adobe	34



3.3	Marco conceptual	40
CAPÍTULO IV		43
METODOLOGÍA		43
4.1	Tipo y nivel de investigación	43
4.2	Diseño de la investigación	43
4.3	Descripción ética de la investigación	44
4.4	Población y muestra	47
4.4.1	Población	47
4.4.2	Muestra	48
4.5	Procedimiento	49
4.5.1	Elaboración y caracterización de las baldosas experimentales	50
4.5.2	Características de las unidades de estudio	53
4.5.3	Justificación del periodo de medición	54
4.5.4	Procedimiento de monitoreo	55
4.6	Técnica e instrumentos	56
4.6.1	Técnica	56
4.6.2	Instrumento	56
4.7	Análisis estadístico	58
CAPÍTULO V		61
RESULTADOS Y DISCUSIONES		61
5.1	Análisis de resultados	61
5.2	Contrastación de hipótesis	66
5.3	Discusión	71
CAPÍTULO VI		74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		74
6.1	Conclusiones	74
6.2	Recomendaciones	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		78
ANEXOS		87

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Operacionalización de variables	13
Tabla 2 — Composición química de estiércol de Bos taurus	27
Tabla 3 — Propiedades físicas del adobe	37
Tabla 4 — Comportamiento térmico del muro de adobe	38
Tabla 5 — Conductividad térmica del adobe	39
Tabla 6 — Ventajas y limitaciones térmicas del adobe	40
Tabla 7 — Dosificación de materiales utilizados en la elaboración de las baldosas	51
Tabla 8 — Dosificaciones preliminares de las baldosas experimentales	51
Tabla 9 — Características comparativas de las viviendas evaluadas	54
Tabla 10 — Expertos que participaron en la validación del instrumento	57
Tabla 11 — Interpretación del coeficiente V de Aiken	57
Tabla 12 — Análisis comparativo de temperatura interior	61
Tabla 13 — Análisis comparativo de humedad relativa interior	64
Tabla 14 — Resumen comparativo de indicadores de confort higrotérmico	66
Tabla 15 — Prueba de normalidad — Temperatura interior	67
Tabla 16 — Prueba de U de Mann-Whitney — Temperatura interior	67
Tabla 17 — Estadísticos de prueba — Temperatura interior	68
Tabla 18 — Prueba de normalidad — Humedad relativa interior	69
Tabla 19 — Prueba de U de Mann-Whitney — Humedad relativa interior	69
Tabla 20 — Estadísticos de prueba — Humedad relativa interior	70
Tabla 21 — Matriz de consistencia	88

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Partes de la baldosa	24
Figura 2 — Estiércol de Bos taurus	27
Figura 3 — Lana de Ovis aries	30
Figura 4 — Límites geométricos de muros y vanos	35
Figura 5 — Composición del adobe	36
Figura 6 — Diagrama de flujo del procedimiento de la investigación	50
Figura 7 — Temperatura interior comparativa de vivienda con y sin baldosa	63
Figura 8 — Temperatura exterior comparativa de vivienda con y sin baldosa	63
Figura 9 — Humedad relativa interior comparativa de vivienda con y sin baldosa	65
Figura 10 — Temperatura promedio comparativa de vivienda con y sin baldosa	71
Figura 11 — Formato Ficha de recolección de datos 1 de 2	89
Figura 12 — Formato Ficha de recolección de datos 2 de 2	90
Figura 13 — Ficha de recolección de datos en vivienda sin baldosas	91
Figura 14 — Ficha de recolección de datos en vivienda con baldosas	92
Figura 15 — Análisis de costos entre baldosas ecológicas vs industriales 1 de 2	93
Figura 16 — Análisis de costos entre baldosas ecológicas vs industriales 2 de 2	94
Figura 17 — Valoración de instrumento del experto N° 01	95
Figura 18 — Valoración de instrumento del experto N° 02	96
Figura 19 — Valoración de instrumento del experto N° 03	97
Figura 20 — Valoración de instrumento del experto N° 04	98
Figura 21 — Valoración de instrumento del experto N° 05	99
Figura 22 — Validación del instrumento mediante el coeficiente V de Aiken	100
Figura 23 — Termohigrómetro digital utilizado en el estudio	101
Figura 24 — Extracción de lana	101
Figura 25 — Selección de estiércol de ganado para elaboración de baldosas	101
Figura 26 — Elaboración de baldosas	102
Figura 27 — Recolección de datos en la vivienda sin baldosa	102
Figura 28 — Selección de baldosas para el revestimiento	102
Figura 29 — Interior de la vivienda de adobe más las baldosas	103

Figura 30 — Inicio del proceso de colocación de baldosas en muros interiores	103
Figura 31 — Perfilado, nivelación de muros interiores y colocación de baldosas	103
Figura 32 — Resane de huecos en muros de adobe y colocación de baldosas	104
Figura 33 — Recolección de datos en vivienda con baldosas	104
Figura 34 — Certificado de calibración termohigrómetro 1 de 2	105
Figura 35 — Certificado de calibración termohigrómetro 2 de 2	106

INTRODUCCIÓN

La tierra constituye uno de los materiales de construcción más antiguos utilizados por el ser humano y ha sido empleada ampliamente en diversas regiones del mundo debido a su disponibilidad, facilidad de uso y características físicas favorables. A lo largo del tiempo, las técnicas constructivas con tierra evolucionaron mediante la incorporación de fibras vegetales y otros materiales naturales que permitieron mejorar la cohesión y resistencia del material. Como resultado de este proceso se desarrolló el adobe, definido como una unidad de construcción elaborada principalmente con tierra, agua y fibras vegetales, utilizada tradicionalmente en edificaciones de diversas regiones del mundo (Minke, 2011; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

Las edificaciones de adobe presentan ventajas relacionadas con el uso de materiales locales, bajo costo de producción y adecuadas propiedades de inercia térmica. Sin embargo, en zonas altoandinas caracterizadas por bajas temperaturas y elevadas fluctuaciones térmicas diarias, las viviendas construidas con adobe pueden presentar limitaciones para mantener condiciones adecuadas de confort térmico interior, afectando las condiciones de habitabilidad de sus ocupantes (Heathcote, 2011; Moreto Huaman, 2023).

En las zonas rurales altoandinas del Perú, como el distrito de Huanipaca, las viviendas de adobe continúan constituyendo una de las principales soluciones habitacionales debido a la disponibilidad de materiales y a las prácticas constructivas tradicionales. No obstante, las condiciones climáticas propias de estas zonas generan la necesidad de implementar alternativas que contribuyan a mejorar el desempeño térmico de las edificaciones, especialmente durante los periodos de bajas temperaturas, con el propósito de favorecer el bienestar y la calidad de vida de la población (Moreto Huaman, 2023).

Ante esta problemática, diversas investigaciones han evaluado el empleo de materiales naturales y residuos orgánicos en elementos constructivos destinados a mejorar el comportamiento térmico de edificaciones elaboradas con tierra. En este contexto, se ha reportado que la incorporación de materiales de origen orgánico puede contribuir a reducir la conductividad térmica y mejorar la capacidad de aislamiento de los sistemas constructivos,



favoreciendo la conservación de las condiciones térmicas interiores (Bamogo et al., 2020; Jové-Sandoval et al., 2024).

En ese sentido, el empleo de baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* representa una alternativa de interés para el mejoramiento del confort térmico en viviendas de adobe. Ambos materiales se encuentran disponibles en el ámbito rural de la zona de estudio y han sido identificados como recursos con potencial aplicación en soluciones constructivas sostenibles debido a sus propiedades físicas y térmicas. Diversos estudios han señalado que los materiales aislantes elaborados a partir de recursos renovables pueden contribuir al desempeño térmico de las edificaciones y constituir alternativas sostenibles para la construcción (Korjenic et al., 2011). Asimismo, la utilización de estos materiales permite promover el aprovechamiento de recursos locales y residuos agropecuarios, contribuyendo a enfoques de construcción sostenible y economía circular.

En virtud de lo expuesto, la presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024, mediante la evaluación de parámetros ambientales interiores relacionados con la temperatura y la humedad relativa. Los resultados permitirán generar evidencia técnica sobre el potencial uso de materiales naturales de origen local como alternativa para mejorar las condiciones de habitabilidad de viviendas rurales altoandinas.

Finalmente, la presente investigación se estructura en los siguientes apartados, Capítulo I: Planteamiento del problema, Capítulo II: Objetivos e hipótesis, Capítulo III: Marco Teórico referencial, Capítulo IV: Metodología, Capítulo V: Resultados y discusiones, Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos correspondientes.



RESUMEN

La presente investigación titulada “Influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de adobe, distrito de Huanipaca, 2024” tuvo como objetivo determinar la influencia de baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de adobe del distrito de Huanipaca. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. Para la recolección de datos se evaluaron las condiciones de temperatura interior y humedad relativa en una vivienda intervenida con baldosas y en una vivienda de control sin intervención.

La contrastación de hipótesis se realizó mediante análisis estadístico utilizando el software IBM SPSS Statistics. Los resultados evidenciaron una mejora en las condiciones térmicas interiores de la vivienda intervenida, reflejada en el incremento de la temperatura interior y en una mayor estabilidad de la humedad relativa en comparación con la vivienda de control.

Se concluye que el uso de baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* influye positivamente en el confort térmico de viviendas de adobe, constituyendo una alternativa sostenible, económica y técnicamente viable para su aplicación en contextos rurales altoandinos.

Palabras clave: Adobe, baldosas, confort térmico, *bos taurus*, *ovis aries*.



ABSTRACT

The present study entitled “Influence of *Bos taurus* Manure and *Ovis aries* Wool Tiles on the Thermal Comfort of Adobe Houses in the District of Huanipaca, 2024” aimed to determine the influence of tiles made from *Bos taurus* manure and *Ovis aries* wool on the thermal comfort of adobe houses in the district of Huanipaca. The research was conducted under a quantitative approach, applied type, explanatory level, and experimental design. For data collection, indoor temperature and relative humidity conditions were evaluated in a dwelling intervened with the proposed tiles and in a control dwelling without intervention.

Hypothesis testing was carried out through statistical analysis using IBM SPSS Statistics software. The results showed an improvement in the indoor thermal conditions of the intervened dwelling, reflected in an increase in indoor temperature and greater stability of relative humidity compared to the control dwelling.

It is concluded that the use of tiles made from *Bos taurus* manure and *Ovis aries* wool positively influences the thermal comfort of adobe houses, constituting a sustainable, economical, and technically viable alternative for application in rural high-Andean contexts.

Keywords: *Adobe, tiles, thermal comfort, bos taurus, ovis aries.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Actualmente el hombre necesita del medio ambiente para vivir, desde sus inicios ha buscado lugares naturales seguros para descansar, este lugar debía protegerlo de los peligros existentes del exterior, como podían ser depredadores o climas adversos, con el avance de los años el hombre aprendió a construir estos lugares llamados casas o viviendas utilizando distintos materiales, con el desarrollo de nuevas tecnologías estos materiales mejoraron para poder soportar diferentes condiciones, como puede ser el caso de las bajas temperaturas, pero aún se pueden encontrar materiales naturales que ayuden a las viviendas a mantener una temperatura adecuada (Ching, 2015; Minke, 2011).

En ese sentido que, los fenómenos climáticos afectan a la salud de las personas, principalmente a las personas mayores de edad, en Europa según registros desde 1991 hasta el 2020 a causa del frío y el calor, de las cuales 363 809 fallecimientos fueron solamente por el frío, se estima una mortalidad de 25 personas en los Países Bajos y 300 personas para Bulgaria de cada 100 000 personas, siendo la región centro de Europa y la zona sur la menos afectada (García-León et al., 2024). En España, entre los años 1980 y 2016 se estima que más de 1.3 millones de personas fallecieron por problemas respiratorios causados por el frío, aunque en los últimos años esta mortalidad ha disminuido gracias al uso de calefacción y a medidas preventivas de salud (ISGlobal, 2020), aunque existe población de escasos o bajos recursos que no puede acceder a la calefacción, por lo tanto presentan mayor riesgo de afectación por las bajas temperaturas, ya que sus viviendas o los lugares rentados no aseguran una temperatura confortable, lo cual se conoce como pobreza energética (García, 2024).

Del mismo modo, en México, se registra entre los años 2000 a 2015 que fallecieron alrededor de 4177 personas como causa de algún desastre meteorológico, de los cuales entre los años 2010 y 2015 se registraron 1424, en los 15 años de estudio se evidenció que el 20.2% de fallecimientos se debió a muy bajas temperaturas, siendo esta causa el segundo lugar entre estos desastres y en primer lugar se debe a impactos de rayos con



46.8%, siendo el estado de Sonora el que presenta mayor mortalidad (Jauregui et al., 2020), existe mayor riesgo de sufrir enfermedades a causa del frío en zonas de altura del país, además estas zonas están relacionados con la pobreza, por lo cual sus casas no tienen las condiciones necesarias para mantener el hogar con temperatura adecuada, se calcula que el 37% aproximadamente de viviendas en México se encuentran sin algún servicio básico, esto se debe a los bajos recursos que imposibilitan pagar los gastos de energía (Espinosa y Carrillo, 2021).

A nivel nacional las épocas de invierno el frío causa un aumento de enfermedades como gripe, sinusitis, agravamiento del asma, tos seca, etc. Y estos afectan más a los niños y ancianos, se tiene registro hasta junio del 2024, 8 843 casos de neumonía en niños menores a 5 años, con 75 fallecidos entre esas edades, también 6 fallecidos de edades entre 5 a 9 años, 10 fallecidos entre 10 a 19, 212 fallecidos entre 20 a 59 y 1087 fallecidos mayores de 60, estos casos se presentan mayormente en zonas andinas y parte de la Amazonía como consecuencia de los friajes y heladas (Gonzales, 2024), en el departamento de Arequipa en el presente año se registraron 200 casos de problemas respiratorios, de los cuales 12 perdieron la vida, estos casos fueron causados por heladas que bajan la temperatura a aproximadamente -10°C , además los más afectados fueron personas que viven en las periferias (Rojas, 2024). Además, según INEI (2017) las heladas se presentan con frecuencia en zonas andinas mayores a 3000 msnm y abarca varios departamentos del país, en estas zonas casi el 50 % de las personas no cuenta con seguro de salud, además el material predominante de las viviendas es de adobe o piedra con cobertura de calamina, y son de escasos recursos que dificulta tener las condiciones adecuadas para soportar estas heladas.

En la región Apurímac, las bajas temperaturas son recurrentes, especialmente durante los meses de invierno, alcanzando valores de hasta -8°C , e incluso inferiores en algunas zonas. Estas condiciones generan un aumento en los casos de enfermedades respiratorias, principalmente en niños menores de cinco años. En el distrito de Huanipaca, además, se presenta un nivel significativo de necesidades básicas insatisfechas, lo que limita la capacidad de las familias para mejorar sus condiciones de vivienda (CENEPRED, 2022; INEI, 2017).

En consecuencia, se evidencia la necesidad de implementar soluciones constructivas de bajo costo que permitan mejorar el confort térmico en viviendas rurales, especialmente



en aquellas construidas con adobe, a fin de reducir los efectos negativos de las bajas temperaturas en la salud de la población.

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en la temperatura interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024?
- ¿Cuál es la influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en la humedad relativa interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024?

1.2.3 Justificación de la investigación

a) Justificación social

La presente investigación posee relevancia social debido a que aborda la problemática del confort térmico en viviendas de adobe del distrito de Huanipaca, donde gran parte de la población habita en construcciones tradicionales expuestas a bajas temperaturas y variaciones térmicas propias de las zonas altoandinas. Estas condiciones afectan el bienestar y la calidad de vida de los habitantes, especialmente de niños y adultos mayores, quienes presentan mayor vulnerabilidad frente a enfermedades respiratorias asociadas al frío.

Asimismo, la investigación propone el uso de baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* como una alternativa de aprovechamiento de materiales locales de bajo costo, con potencial para mejorar las condiciones térmicas interiores de las viviendas rurales. El empleo de estos recursos naturales también contribuye a la valorización de

prácticas constructivas sostenibles y al aprovechamiento de conocimientos tradicionales presentes en la comunidad.

En ese sentido, el estudio busca aportar información técnica que permita promover alternativas accesibles y ambientalmente sostenibles para mejorar las condiciones de habitabilidad en viviendas de adobe del distrito de Huanipaca, contribuyendo al bienestar de la población rural y al desarrollo sostenible de las comunidades altoandinas.

b) Justificación teórica

La presente investigación contribuirá a ampliar la información existente sobre el uso de materiales naturales y residuos orgánicos aplicados a la construcción sostenible, específicamente en la elaboración de baldosas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries*. El estudio permitirá generar información técnica relacionada con el comportamiento térmico de estos materiales en viviendas de adobe, sirviendo como antecedente para futuras investigaciones vinculadas al confort térmico y a los materiales biocompuestos aplicados en edificaciones rurales.

Asimismo, la investigación se fundamenta en principios de arquitectura bioclimática y construcción sostenible, los cuales promueven el aprovechamiento de recursos locales y renovables para mejorar las condiciones de habitabilidad y eficiencia térmica de las viviendas. En este contexto, el uso de estiércol y lana como componentes de baldosas representa una alternativa de interés para evaluar su influencia en propiedades como el aislamiento y la conductividad térmica.

De igual manera, el estudio contribuirá al fortalecimiento del conocimiento relacionado con el comportamiento higrotérmico de materiales no convencionales utilizados en construcciones de adobe, aportando información que podrá ser utilizada como referencia en investigaciones futuras sobre tecnologías constructivas sostenibles y confort térmico en zonas altoandinas.



c) Justificación técnica

La presente investigación busca evaluar la influencia de las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de adobe, mediante la medición de parámetros ambientales interiores como la temperatura y la humedad relativa. Estos indicadores permitirán analizar las condiciones térmicas de una vivienda con aplicación de baldosas y compararlas con una vivienda sin intervención.

Asimismo, la investigación se desarrollará considerando criterios técnicos y procedimientos de medición sustentados en referencias normativas relacionadas con el confort térmico y las condiciones ambientales interiores. Para ello, se tomarán como base los lineamientos establecidos en la ANSI/ASHRAE Standard 55, que define las condiciones ambientales aceptables para la ocupación humana, y la Norma Técnica EM.110: Confort térmico y lumínico con eficiencia energética del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cual establece criterios para la evaluación del confort térmico en edificaciones en el contexto peruano (ASHRAE, 2020; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

De igual manera, el estudio propone una alternativa constructiva de bajo costo mediante el uso de materiales naturales disponibles en la zona, compatible con las técnicas tradicionales de construcción con adobe. Los resultados permitirán obtener información técnica sobre el comportamiento térmico de las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries*, la cual podrá servir como referencia para futuras investigaciones y para el desarrollo de soluciones orientadas a mejorar las condiciones de habitabilidad y confort térmico en viviendas rurales altoandinas.

d) Justificación económica

La presente investigación plantea el uso de baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* como una alternativa constructiva de bajo costo para mejorar las condiciones térmicas de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca. Debido a que estos materiales provienen de actividades ganaderas desarrolladas en la zona, su disponibilidad local



podría contribuir a disminuir la dependencia de materiales industriales de mayor costo.

Asimismo, el aprovechamiento de residuos agropecuarios permite revalorizar recursos naturales disponibles en la comunidad, promoviendo alternativas económicamente accesibles para poblaciones rurales. Esto representa una posibilidad de reducir costos relacionados con la adquisición y transporte de materiales utilizados en soluciones convencionales de aislamiento térmico.

De igual manera, la investigación busca aportar información técnica sobre una alternativa constructiva compatible con las condiciones socioeconómicas de la población rural, utilizando materiales naturales y procesos de elaboración accesibles. En ese sentido, los resultados podrían servir como referencia para futuras aplicaciones orientadas al mejoramiento de la habitabilidad de viviendas rurales mediante soluciones de bajo impacto económico.

e) Justificación metodológica

La presente investigación se justifica por la aplicación de un enfoque experimental y comparativo orientado a evaluar la influencia de baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de adobe del distrito de Huanipaca. La metodología permitirá obtener información cuantificable mediante la medición de parámetros ambientales interiores relacionados con el confort térmico.

El estudio contempla la comparación entre una vivienda con aplicación de baldosas y una vivienda sin intervención, realizando mediciones de temperatura interior y humedad relativa interior en condiciones ambientales reales. Estos parámetros serán registrados utilizando instrumentos de medición adecuados y considerando criterios técnicos basados en referencias normativas relacionadas con confort térmico y habitabilidad.

Asimismo, el enfoque metodológico permitirá analizar el comportamiento térmico de las viviendas a partir de datos obtenidos en campo,

contribuyendo a la obtención de resultados verificables y comparables. De igual manera, la investigación busca aportar una metodología aplicable al estudio de materiales naturales utilizados en construcciones rurales, generando información que pueda servir como referencia para futuras investigaciones relacionadas con confort térmico y viviendas de adobe.

f) Justificación ambiental

La presente investigación se justifica debido al aprovechamiento del estiércol de *Bos taurus* y la lana de *Ovis aries* como materiales de aplicación constructiva, promoviendo potencialmente la reutilización de residuos orgánicos y el uso de recursos naturales disponibles en la zona. El empleo de estos materiales permite plantear alternativas relacionadas con la construcción sostenible y el aprovechamiento de biomateriales en viviendas rurales.

Asimismo, investigaciones relacionadas con materiales de construcción sostenibles han señalado que el estiércol bovino puede ser empleado en la elaboración de biomateriales para la construcción debido a sus propiedades naturales y su potencial de reutilización como residuo orgánico. Estudios realizados en materiales a base de tierra han demostrado que la incorporación de estiércol bovino puede contribuir a mejorar determinadas propiedades físicas y térmicas, favoreciendo el confort térmico de las edificaciones (Bamogo et al., 2020). En ese sentido, el aprovechamiento de este tipo de materiales contribuye a enfoques de construcción sostenible y a la reducción del impacto ambiental asociado al uso de materiales convencionales.

De igual manera, la investigación busca promover el uso de materiales naturales y recursos locales en soluciones constructivas compatibles con las condiciones ambientales y socioeconómicas de las zonas rurales altoandinas. En ese contexto, el estudio aporta información relacionada con alternativas de bioconstrucción orientadas al mejoramiento del confort térmico y la habitabilidad de viviendas de adobe.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Determinar la influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en la temperatura interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.
- Determinar la influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en la humedad relativa interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

Las baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* influyen en el confort térmico de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.

2.2.2 Hipótesis específicas

- Las baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* influyen en la temperatura interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.
- Las baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* influyen en la humedad relativa interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.



2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1 — Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicador	Unidad	Instrumento
Variable independiente: Baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i>	Es un fragmento compuesto de barro, mármol o cualquiera de los materiales duros, presenta normalmente forma cuadrada o rectangular, es plano y su uso es para el recubrimiento de pisos o paredes (Real Academia Española, 2018).	Composición del material	Proporción de estiércol de <i>Bos taurus</i> y lana de <i>Ovis aries</i> empleada en la elaboración de las baldosas, medida en porcentaje (%).	Porcentaje de estiércol de <i>Bos taurus</i>	%	Ficha de observación
				Porcentaje de lana de <i>Ovis aries</i>	%	Ficha de observación
		Espesor	Espesor de la baldosa medido en milímetros (mm), establecido en 15 mm para la fabricación e instalación del material experimental utilizado como revestimiento interior de la vivienda de adobe.	Espesor de la baldosa	mm	Regla metálica
Variable dependiente: Confort térmico	El confort térmico corresponde a las condiciones ambientales interiores que permiten a los ocupantes desarrollar sus actividades con bienestar y satisfacción térmica (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016; ASHRAE, 2020).	Temperatura interior	Temperatura del aire interior registrada en grados Celsius (°C), medida en diferentes horas del día y de la noche con un termohigrómetro digital.	Promedio de temperatura interior	°C	Termohigrómetro digital
		Humedad relativa interior	Humedad relativa del aire interior registrada en porcentaje (%), medida en diferentes horas del día y de la noche con un termohigrómetro digital.	Promedio de humedad relativa interior	%	Termohigrómetro digital

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

3.1.1 Antecedentes internacionales

- a) Sharma y Sharma (2024) realizaron una investigación titulada *“Thermal performance study of traditional slate roofed mud houses in the sub-tropical sub montane and low hills of Himachal Pradesh”*, con el objetivo de analizar el confort térmico en viviendas vernáculas con cobertura de pizarra ubicadas en zonas montañosas. La metodología empleada consideró la observación como técnica de investigación, utilizando fichas de observación para la recolección de datos en una población de 128 160 viviendas y una muestra de 130 viviendas de barro con techo de pizarra. Los resultados evidenciaron que las viviendas vernáculas presentaban paredes de barro combinadas con pasto y estiércol de vaca, pisos de tierra y techos de pizarra. Asimismo, la temperatura exterior varió entre 25.3 °C y 40.2 °C, mientras que las áreas interiores registraron diferencias térmicas entre 0.7 °C y 3.5 °C respecto al exterior. La humedad relativa osciló entre 20 % y 78 %. Además, se determinó una correlación del 93 % entre la sensación térmica y las temperaturas externas e internas, mientras que la relación entre sensación térmica y humedad relativa fue del 33 %, observándose que la velocidad del viento no tuvo influencia significativa. Finalmente, los autores concluyeron que los habitantes experimentaron confort térmico a temperaturas entre 24.6 °C y 28 °C durante julio, y entre 22.9 °C y 28 °C en octubre.
- b) Bassoud et al. (2021) realizaron una investigación titulada *“Evaluation of summer thermal comfort in arid desert areas. Case study: Old adobe building in Adrar (South of Algeria)”*, con el objetivo de evaluar el confort térmico en una construcción tradicional de adobe ubicada en Adrar, al sur de Argelia. La metodología empleada consideró la observación y la encuesta como técnicas de investigación, utilizando fichas de observación y cuestionarios para la recolección de datos. Los resultados evidenciaron que las temperaturas exteriores variaron entre 40 °C y 47 °C, mientras que en el interior de la vivienda de adobe oscilaron



entre 31 °C y 33.5 °C durante el día, disminuyendo aproximadamente 0.5 °C durante la noche. Asimismo, la conductividad térmica de las paredes de adobe presentó valores entre 0.17 W/mK y 0.73 W/mK, evidenciando una adecuada capacidad de aislamiento térmico. Respecto a la percepción térmica de los habitantes, el 44 % manifestó una sensación neutral, el 21 % ligeramente fría y el 18 % ligeramente caliente. Finalmente, los autores concluyeron que las construcciones de adobe generan un adecuado aislamiento térmico, presentando un desfase térmico aproximado de cuatro horas, lo cual contribuye al confort térmico interior de las edificaciones.

- c) Wang et al. (2023) realizaron una investigación titulada "*Indoor thermal comfort evaluation of traditional dwellings in cold region of China: A case study in Guangfu Ancient City*", con el objetivo de evaluar el confort térmico al interior de viviendas clásicas ubicadas en Guangfu, una región fría de China. La metodología empleada consideró la observación y la encuesta como técnicas de investigación, utilizando fichas de observación y cuestionarios para la recolección de datos. La población estuvo conformada por viviendas clásicas de la zona de estudio, considerando una muestra de 100 viviendas. Los resultados evidenciaron que la temperatura exterior promedio fue de 3.2 °C, registrándose fluctuaciones entre -4.4 °C y 12.2 °C. Asimismo, en las viviendas antiguas las temperaturas interiores variaron entre 8.3 °C y 14.7 °C en las salas, y entre 10.2 °C y 14.0 °C en los dormitorios, alcanzando promedios inferiores al rango de confort térmico humano. Por otro lado, las viviendas nuevas presentaron temperaturas interiores más elevadas, registrándose valores entre 15.4 °C y 23.1 °C en las salas, y entre 13.4 °C y 22.3 °C en los dormitorios. Los autores señalaron que estas diferencias térmicas se relacionan con la presencia de espacios de amortiguamiento entre el exterior y las habitaciones interiores, los cuales reducen la pérdida de calor. Finalmente, concluyeron que las viviendas que no cuentan con zonas de amortiguamiento presentan mayores pérdidas térmicas, aunque los habitantes han desarrollado cierta adaptación a las bajas temperaturas ambientales.
- d) Bamogo et al. (2020), en Burkina Faso, realizaron una investigación titulada "*Improvement of water resistance and thermal comfort of earth renders by cow dung: an ancestral practice of Burkina Faso*", publicada en la revista científica Journal of Cultural Heritage. La investigación tuvo como objetivo evaluar la



influencia del estiércol bovino incorporado en revestimientos de tierra utilizados en viviendas tradicionales, con la finalidad de mejorar la resistencia al agua y el confort térmico de las construcciones elaboradas con materiales naturales. Para el desarrollo del estudio, los autores realizaron ensayos experimentales mediante la elaboración de muestras de tierra mezcladas con diferentes proporciones de estiércol de vaca, evaluando posteriormente sus propiedades físicas, térmicas e hidráulicas. Los resultados obtenidos evidenciaron que la adición de estiércol bovino contribuyó significativamente a disminuir la conductividad térmica del material, permitiendo una mejor conservación de la temperatura interna de las viviendas. Asimismo, se observó una mejora en la resistencia frente a la humedad y al deterioro ocasionado por el agua, incrementando la durabilidad de los revestimientos de tierra. Los autores concluyeron que el uso de estiércol bovino constituye una alternativa ecológica, económica y sostenible para optimizar el comportamiento térmico y la protección de viviendas construidas con adobe y materiales de tierra, destacando además la importancia de rescatar prácticas constructivas ancestrales aplicadas en comunidades rurales. Dicho antecedente guarda relación con la presente investigación debido a que demuestra la influencia de materiales orgánicos naturales en el mejoramiento del confort térmico de viviendas elaboradas con tierra.

- e) Jové-Sandoval et al. (2024), en su investigación titulada *“Characterisation and thermal improvement of adobe walls from earth-straw lightweight panels”*, desarrollada en España, tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento térmico de muros de adobe reforzados con paneles ligeros elaborados a base de tierra y fibras vegetales, con la finalidad de mejorar el aislamiento térmico de las construcciones tradicionales de adobe. La metodología empleada consistió en la elaboración de diferentes paneles compuestos por tierra mezclada con residuos agroindustriales, específicamente fibras largas y cortas de paja de trigo, así como aserrín, los cuales fueron comparados con un muro convencional de adobe de 20 cm de espesor. Asimismo, los autores realizaron ensayos de densidad volumétrica y conductividad térmica para determinar el desempeño de cada material. Los resultados evidenciaron que los paneles elaborados con fibras cortas de paja de trigo presentaron el mejor comportamiento térmico, alcanzando una conductividad térmica de $\lambda = 0.05 \text{ W/mK}$, demostrando una considerable reducción de la transmitancia térmica respecto al adobe tradicional. Del mismo



modo, se concluyó que la incorporación de fibras naturales y residuos agrícolas permite mejorar el aislamiento térmico de los muros de adobe, reduciendo la pérdida de calor y favoreciendo la eficiencia energética de las edificaciones. Finalmente, los investigadores señalaron que estos materiales representan una alternativa sostenible, económica y ecológica para optimizar las viviendas construidas con tierra, contribuyendo además al aprovechamiento de residuos agroindustriales y a la construcción sostenible.

3.1.2 Antecedentes nacionales

- a) Vega Romero (2021) realizó una investigación cuyo objetivo general fue analizar el impacto del estiércol de vaca (*Bos taurus*) en las propiedades mecánicas y térmicas del barro. Las variables de estudio fueron el estiércol de vaca y el comportamiento mecánico y térmico del adobe. La población estuvo conformada por adobes de Jecuan, en Huaral, y mediante un muestreo no probabilístico se obtuvo una muestra de 72 adobes. La técnica empleada fue la observación y el instrumento utilizado fueron fichas de observación. En la elaboración de los adobes se adicionó estiércol de vaca en proporciones de 6 %, 8.5 % y 11 %. Los resultados determinaron que la conductividad térmica a 14 °C con 11 % de estiércol fue de 0.33 W/mK, mientras que la muestra patrón presentó 0.24 W/mK; asimismo, a temperatura ambiente, la muestra con 11 % de estiércol registró 0.34 W/mK y la muestra patrón 0.28 W/mK. Se concluyó que el estiércol de vaca influye considerablemente en el comportamiento térmico del adobe. Este antecedente aporta sustento técnico a la presente investigación, al evidenciar que la incorporación de estiércol de *Bos taurus* en materiales de tierra influye en las propiedades de transferencia de calor del adobe, lo cual repercute en el desempeño térmico y las condiciones de confort al interior de las edificaciones.
- b) Mendoza Ruiz y Quiroz Siccha (2021) desarrollaron una investigación cuyo objetivo general fue analizar la influencia del sistema constructivo de adobe en el confort térmico de las viviendas de la ciudad de Huamachuco. Las variables de estudio fueron el sistema constructivo con adobe y el confort térmico. La población estuvo conformada por 200 viviendas, de las cuales se seleccionó una muestra de 65 mediante un muestreo probabilístico. Para la recolección de datos se emplearon como instrumentos el cuestionario y la guía de observación. Los resultados evidenciaron que una proporción significativa de las salas, dormitorios



y cocinas presentó niveles variables de confort térmico, predominando las categorías “a veces” y “casi siempre”. Asimismo, se identificó que las paredes de adobe presentan deficiencias de resistencia térmica debido a la presencia de grietas y deterioro en los muros, lo que favorece las pérdidas de calor al interior de las viviendas. Del mismo modo, los encuestados señalaron que los materiales de construcción influyen directamente en las condiciones de confort térmico. Se concluyó que más del 50 % de las viviendas evaluadas no presentan condiciones adecuadas de confort térmico, debido principalmente a deficiencias constructivas y al deterioro de los elementos de adobe. Este antecedente resulta relevante para la presente investigación, debido a que evidencia la influencia de las características constructivas del adobe en el desempeño térmico de las viviendas, así como la importancia de mejorar las propiedades térmicas de los materiales empleados para optimizar las condiciones de confort interior.

- c) Moreto Huaman (2023) desarrolló una investigación cuyo objetivo general fue determinar la relación entre las características constructivas de las viviendas ubicadas en zonas altoandinas y el confort térmico interior. Las variables de estudio fueron las características de las viviendas y el confort térmico. La población estuvo conformada por 90 viviendas, obteniéndose una muestra de 19 mediante un muestreo probabilístico. Para la recolección de datos se emplearon las técnicas de observación, encuesta y análisis, utilizando como instrumentos el cuestionario, la ficha de observación y la ficha de análisis. Los resultados evidenciaron que la totalidad de las viviendas evaluadas presentaban muros de adobe y pisos de tierra; asimismo, el 47.4 % contaba con cobertura de calamina y el 52.6 % con otros materiales de techado. Respecto al estado de conservación, todas las viviendas presentaron condiciones regulares. En relación con el comportamiento térmico, se determinó que durante las horas de la tarde la temperatura interior fue inferior a la exterior, mientras que en horario nocturno la temperatura interior resultó mayor. Además, el 57.9 % de las viviendas presentó un desempeño térmico deficiente y el 42.1 % un desempeño favorable. Del mismo modo, predominó una baja captación solar en la mayoría de las viviendas evaluadas. Se concluyó que existe una relación directa y positiva entre las características de diseño de las viviendas y las condiciones de confort térmico interior. Este antecedente aporta sustento técnico a la presente investigación, debido a que evidencia la influencia de las características constructivas y de los



materiales empleados en viviendas altoandinas sobre el desempeño térmico y las condiciones de confort interior.

- d) Peralta Quispe (2022) desarrolló la investigación titulada “*Lana de ovino como aislante térmico en proyectos de acondicionamiento de las instituciones educativas alto andinas de Ayacucho, 2021*”, cuyo objetivo general fue evaluar la utilización de la lana de ovino como material aislante térmico en instituciones educativas ubicadas en zonas altoandinas de Ayacucho. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y diseño experimental, evaluando la influencia de la lana de ovino sobre las condiciones térmicas de los ambientes educativos. Para el desarrollo del estudio se construyeron dos prototipos de aulas a escala 1:10, uno sin aislamiento térmico y otro acondicionado con lana de ovino. La recolección de datos se realizó mediante mediciones diarias de temperatura durante un período de 15 días, complementadas con el análisis de indicadores ambientales relacionados con la demanda energética, las emisiones de CO₂ y las emisiones tóxicas. Los resultados evidenciaron que el aula acondicionada con lana de ovino registró diferencias térmicas favorables de 3 °C, 4 °C y 5 °C respecto al aula sin aislamiento, demostrando la eficacia de este material como aislante térmico. Asimismo, se determinó que presenta un bajo impacto ambiental y características sostenibles debido a su capacidad de reutilización y reciclaje. El autor concluyó que la lana de ovino constituye una alternativa eficiente y sostenible para mejorar las condiciones térmicas de las edificaciones ubicadas en zonas altoandinas. Este antecedente resulta relevante para la presente investigación debido a que evidencia que los materiales naturales de origen animal poseen propiedades de aislamiento térmico capaces de mejorar las condiciones ambientales interiores. Asimismo, sus resultados respaldan el empleo de materiales alternativos y sostenibles para incrementar el confort térmico en edificaciones ubicadas en zonas de clima frío, constituyendo un sustento teórico y experimental para el uso de baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* como estrategia de acondicionamiento térmico en viviendas de adobe.
- e) Quispe Pérez (2023) desarrolló una investigación titulada “*Adición de aserrín en mortero en la evaluación térmica y trabajabilidad para revestimiento interno de viviendas en temperaturas bajas, 2022*”, cuyo objetivo general fue determinar la



influencia de la adición de aserrín de madera en el comportamiento térmico y la trabajabilidad del mortero empleado como revestimiento interior de viviendas en zonas de bajas temperaturas. Las variables de estudio fueron la adición de aserrín en mortero y la evaluación térmica y trabajabilidad. La investigación fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental. La población estuvo conformada por 21 probetas de ensayo SLUMP con adiciones de aserrín de 15 %, 25 % y 50 %. La técnica utilizada fue la observación directa y el instrumento empleado consistió en fichas de observación. Para la evaluación térmica se revistieron ambientes con mortero patrón y con mortero adicionado con 15 % de aserrín, realizándose mediciones de temperatura cada hora durante 24 horas. Los resultados evidenciaron que el ambiente revestido con mortero adicionado presentó temperaturas mínimas de 11 °C y máximas de 22.5 °C, mientras que el ambiente revestido con mortero patrón registró temperaturas mínimas de 9.2 °C y máximas de 20.4 °C, obteniéndose una variación térmica promedio de 1.95 °C. Respecto a la trabajabilidad, el mortero con 15 % de aserrín presentó un asentamiento promedio de 5”, mientras que el patrón registró 6”. Se concluyó que la incorporación de aserrín en el mortero mejora el comportamiento térmico de los ambientes interiores, manteniendo una trabajabilidad aceptable para su aplicación en revestimientos de viviendas. Este antecedente resulta relevante para la presente investigación, debido a que evidencia la influencia de materiales naturales y residuos orgánicos en el mejoramiento del desempeño térmico de elementos constructivos, contribuyendo al desarrollo de soluciones sostenibles para optimizar el confort térmico en viviendas ubicadas en zonas de bajas temperaturas.

3.1.3 Antecedentes locales

- a) Valenzuela Barreto (2023) realizó una investigación titulada “*Influencia de la adición de cal y lana de oveja en las propiedades mecánicas del adobe, Apurímac 2022*”, con el objetivo de evaluar la influencia de la incorporación de cal y lana de oveja en las propiedades mecánicas del adobe empleado en construcciones tradicionales de Apurímac. La metodología empleada consistió en la elaboración y evaluación de unidades de adobe modificadas con diferentes proporciones de cal y lana de oveja, realizándose ensayos de resistencia mecánica para determinar el comportamiento del material. Los resultados evidenciaron que la incorporación de lana de oveja y cal mejoró las propiedades físicas y mecánicas del adobe,



incrementando su resistencia y estabilidad. Finalmente, el autor concluyó que el uso de materiales naturales como la lana de oveja representa una alternativa viable para optimizar las características del adobe en construcciones tradicionales, favoreciendo además el aprovechamiento de recursos locales y sostenibles. Este estudio aporta a la presente investigación al evidenciar que la incorporación de lana de *Ovis aries* mejora las propiedades del material, lo cual respalda el uso de materiales naturales en la optimización del adobe y constituye un antecedente técnico para el análisis del confort térmico en baldosas con lana de oveja.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Baldosas

Las baldosas son elementos constructivos de poco espesor utilizados principalmente para el revestimiento de pisos, paredes y fachadas en edificaciones (Instituto Nacional de Normalización, 2001). Generalmente presentan formas cuadradas o rectangulares y pueden elaborarse con diversos materiales naturales o industriales, como arcilla, barro, mármol, cemento y agregados minerales (Real Academia Española, 2018).

Asimismo, las baldosas cumplen funciones de protección, acabado y acondicionamiento superficial en ambientes interiores y exteriores. Dependiendo de los materiales empleados en su elaboración, pueden influir en las propiedades físicas y térmicas de las edificaciones (Instituto Nacional de Normalización, 2001).

En viviendas rurales y construcciones tradicionales, la incorporación de materiales naturales en baldosas y revestimientos representa una alternativa sostenible para contribuir al aislamiento térmico y mejorar las condiciones de confort interior, especialmente en zonas expuestas a bajas temperaturas (Korjenic et al., 2011; Bamogo et al., 2020; Jové-Sandoval et al., 2024).

3.2.1.1 Historia de las baldosas o azulejos

El origen exacto de las baldosas no se conoce con precisión; sin embargo, las primeras evidencias de su utilización se remontan aproximadamente al año 3000 a.C. en civilizaciones antiguas de Mesopotamia y Egipto, donde eran empleadas tanto con fines funcionales como decorativos (Van Lemmen, 2008).



En sus primeras aplicaciones, las baldosas fueron elaboradas principalmente con arcilla, piedra caliza y materiales vidriados, utilizándose en revestimientos de muros, pisos y elementos arquitectónicos de edificaciones importantes. Posteriormente, distintas culturas incorporaron nuevas técnicas de fabricación y decoración, desarrollando baldosas cerámicas con diversos colores y acabados.

Durante el desarrollo de las civilizaciones islámicas y europeas, las baldosas adquirieron mayor importancia en la arquitectura debido a sus propiedades decorativas y funcionales, extendiéndose su uso en palacios, iglesias y edificaciones públicas (Ivanov, 2022).

En el Perú, la introducción de baldosas y azulejos vidriados ocurrió durante la época colonial con la llegada de los españoles en el siglo XVI. Posteriormente, su utilización se expandió progresivamente en edificaciones religiosas, viviendas y espacios públicos, incorporándose técnicas artesanales e industriales para su fabricación y aplicación (Ramírez, 1999).

En la actualidad, el uso de materiales naturales en baldosas y revestimientos ha despertado interés en el sector construcción, debido a que estos materiales pueden contribuir al mejoramiento de las propiedades térmicas y al confort interior de las viviendas.

3.2.1.2 Uso de baldosas

Las baldosas son utilizadas en diversos ambientes interiores y exteriores de las edificaciones debido a sus propiedades funcionales, estéticas y de protección superficial. Inicialmente, su uso se limitaba principalmente al revestimiento de paredes y pisos de cocinas y baños; sin embargo, el desarrollo de nuevas tecnologías y materiales ha permitido ampliar sus aplicaciones en distintos espacios constructivos (Navarro, 1994).

Actualmente, las baldosas pueden emplearse en revestimientos de pisos y paredes de viviendas, fachadas exteriores, espacios públicos, centros comerciales y otras edificaciones. Asimismo, dependiendo de los materiales utilizados en su elaboración, pueden presentar características específicas

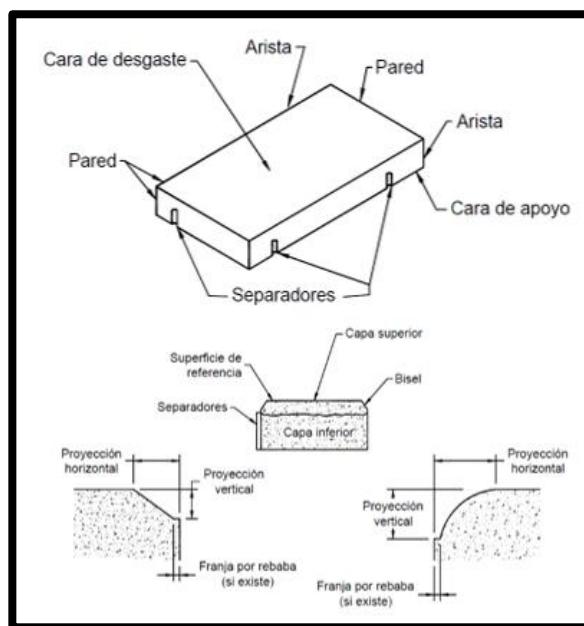
relacionadas con resistencia mecánica, durabilidad, impermeabilidad y comportamiento térmico.

En construcciones tradicionales y viviendas rurales, las baldosas elaboradas con materiales naturales representan una alternativa sostenible para mejorar el acondicionamiento interior y contribuir al confort térmico de los ambientes.

3.2.1.3 Partes de una baldosa

Según ICONTEC (2004) a continuación se identifican las partes de una baldosa:

- a) **Cara de desgaste:** Es la cara expuesta a la intemperie o al exterior.
- b) **Cara de apoyo:** Es la cara oculta o interna que tiene contacto con el pegamento de la baldosa o pared.
- c) **Forma:** Es la forma poligonal que presentan las caras de apoyo y desgaste, comúnmente son de forma rectangular o cuadradas.
- d) **Cara lateral o Pared:** Son las caras laterales que se encuentran en contacto con otras baldosas y las juntas.
- e) **Arista:** Es una línea que interseca 2 caras o planos, comúnmente se le conoce a la que une las caras con la pared de las baldosas.
- f) **Arista de lápiz:** Es la que conforma las caras de desgaste y paredes, comúnmente es redondeada al fabricar, presenta un radio de 3.5mm.
- g) **Bisel:** Se considera al perfil que presenta inclinación de 45° normalmente, reemplaza a la arista, comúnmente son redondeadas o medios toros.
- h) **Separador:** Es todas las salientes verticales, ocasionadas en las paredes para lograr una separación correcta y la uniformidad.



FUENTE: ICONTEC, 2004.

Figura 1 — Partes de la baldosa

3.2.1.4 Materiales para baldosas

Las baldosas pueden elaborarse con diversos materiales naturales e industriales, entre los que destacan la arcilla, concreto, piedra, cerámica, arena, cenizas puzolánicas y otros agregados minerales (Celades, 2013). La selección de los materiales depende de las condiciones de uso, exposición ambiental, tránsito y propiedades requeridas en cada aplicación constructiva.

Asimismo, algunos materiales incorporados en la fabricación de baldosas pueden influir en sus propiedades físicas, mecánicas y térmicas, contribuyendo al aislamiento y acondicionamiento interior de las edificaciones.

En la actualidad, existe interés en la utilización de materiales naturales y sostenibles en elementos constructivos, debido a su potencial para mejorar el comportamiento térmico y reducir el impacto ambiental en viviendas y edificaciones.

3.2.1.5 Baldosas con materiales naturales orgánicos

Diversas investigaciones han analizado la incorporación de materiales orgánicos en la fabricación de elementos constructivos y revestimientos, debido a su potencial para mejorar el comportamiento térmico y reducir el impacto ambiental de las edificaciones. En este contexto, se ha evidenciado que materiales como fibras vegetales, residuos orgánicos y subproductos de origen animal pueden ser utilizados como componentes en sistemas constructivos sostenibles.

En concordancia con ello, Bahobail (2012) señala que la incorporación de estiércol bovino en materiales constructivos puede mejorar la cohesión del material y contribuir a la reducción de su conductividad térmica, favoreciendo su desempeño como material aislante. De manera complementaria, Jové-Sandoval et al. (2024) evidencian que la adición de fibras naturales en elementos de revestimiento mejora el comportamiento térmico del material, incrementando su capacidad de aislamiento en ambientes interiores.

En este contexto, el uso de materiales como estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* se considera una alternativa dentro del desarrollo de materiales de construcción sostenibles, con potencial para contribuir al mejoramiento del comportamiento térmico de los revestimientos en edificaciones de adobe, especialmente en zonas con climas fríos o de alta variación térmica.

Las baldosas elaboradas a partir de materiales naturales, como el estiércol de *Bos taurus* y la lana de *Ovis aries*, han sido consideradas en diversas investigaciones como una alternativa sostenible para el mejoramiento del acondicionamiento térmico en edificaciones. Estos materiales pueden ser utilizados como revestimientos interiores debido a sus potenciales propiedades de aislamiento térmico y su capacidad para contribuir a la regulación de la temperatura interior.

Las propiedades físicas y térmicas del estiércol de *Bos taurus* y la lana de *Ovis aries* influyen directamente en el desempeño térmico de los materiales compuestos elaborados a partir de ellos, por lo que es necesario analizar sus características, composición y aplicaciones constructivas.

3.2.2 Taxonomía de *Bos taurus*

Según Álvarez Romero y Medellín (2005), se ordena de la siguiente manera:

- Reino: Animalia
- Filo: Chordata
- Clase: Mammalia
- Orden: Artiodactyla
- Familia: Bovidae
- Género: *Bos*
- Especie: *taurus*

3.2.3 Estiércol de *Bos taurus*

Proveniente del ganado bovino, es un material orgánico compuesto principalmente por fibras vegetales parcialmente degradadas, materia orgánica y minerales resultantes del proceso digestivo del animal (Bahobail, 2012).

Tradicionalmente, el estiércol de *Bos taurus* ha sido utilizado en construcciones de tierra y adobe debido a su capacidad para mejorar la cohesión, plasticidad y estabilidad de las mezclas. Asimismo, diversas investigaciones señalan que puede contribuir al mejoramiento de las propiedades térmicas de materiales constructivos naturales.

En viviendas rurales y construcciones tradicionales, el estiércol de *Bos taurus* representa una alternativa sostenible debido a su disponibilidad, bajo costo y potencial aplicación en elementos constructivos destinados al acondicionamiento térmico interior.



FUENTE: Elaboración propia.

Figura 2 — Estiércol de *Bos taurus*

3.2.3.1 Composición química

Albanell et al. (1988) determinaron la composición química del estiércol de *Bos taurus* en diferentes periodos de descomposición, identificando variaciones en parámetros como humedad, materia orgánica, salinidad, pH y contenido mineral, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 — Composición química de estiércol de *Bos taurus*

Tiempo (semanas)	2	6	12
pH (H ₂ O)	9.1	8.8	7.3
Humedad (%)	75.8	66.8	58.9
Materia seca (%)	24.2	33.2	41.1
Conductividad (mS/cm)	6.17	4.06	1.63
Salinidad (%)	3.95	2.6	1.04

CIC (meq/100g)	35.3	48.5	60.8
Cenizas (%)	35.2	47.6	52.6
Materia Orgánica (%)	64.8	52.4	47.7
C ox (%)	25.4	21.1	13.5
Ac Húmicos (%)	11.4	14.5	18.6
Ac Fúlvicos (%)	10.1	7.9	2.3
Nt (%)	2	1.81	1.5
C:N	12.7	11.7	9
P as (%)	4.29	4.03	4.65
K (%)	0.58	0.8	1.04
Na (%)	0.1	0.17	0.2
CFU (log)	9.04	8.6	7.25
FUENTE: Albanell et al., 1988.			

Los resultados evidencian que el estiércol de *Bos taurus* presenta un importante contenido de materia orgánica, fibras y humedad, características que pueden influir en las propiedades físicas y térmicas de materiales constructivos elaborados con tierra. Asimismo, la presencia de componentes minerales y orgánicos contribuye a su utilización en mezclas tradicionales destinadas al mejoramiento de cohesión y acondicionamiento térmico.

3.2.3.2 Estiércol en la construcción

Rojas et al. (2022) señalan que el estiércol de *Bos taurus* ha sido utilizado como material adherente en construcciones rústicas, tanto antiguas como actuales, además de emplearse como recubrimiento en determinadas estructuras tradicionales.

Asimismo, Bahobail (2012) indica que la incorporación de estiércol bovino en mezclas de tierra destinadas a la fabricación de adobes contribuye a mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, incrementando la cohesión y la estabilidad de la mezcla.

Por otro lado, Vega Romero (2021) demostró que la incorporación de estiércol de *Bos taurus* incrementó la resistencia mecánica del adobe y mejoró su comportamiento térmico, evidenciando su potencial como

material estabilizante para la elaboración de elementos constructivos destinados al acondicionamiento interior de viviendas.

3.2.4 Taxonomía de *Ovis aries*

Según Tirira (2021) se ordena de la siguiente manera:

- Reino: Animalia
- Filo: Chordata
- Clase: Mammalia
- Orden: Artiodactyla
- Familia: Bovidae
- Género: *Ovis*
- Especie: *aries*

3.2.5 Lana de *Ovis aries*

Obtenida del ovino (*Ovis aries*), es una fibra natural que se obtiene mediante el proceso de esquilado. Este material presenta propiedades térmicas, flexibilidad y capacidad de absorción de humedad, características que han permitido su utilización tradicional en la confección de prendas, frazadas y otros productos destinados a conservar el calor (Portuguez Vincés y Calderón Trujillo, 2021).

Asimismo, las propiedades de la lana pueden variar según las características del ovino, influyendo en aspectos como calidad, densidad y capacidad de aislamiento térmico (Hick et al., 2019).

Debido a sus propiedades aislantes, la lana de *Ovis aries* ha despertado interés en aplicaciones constructivas orientadas al mejoramiento del confort térmico y acondicionamiento interior de viviendas.

Diversos estudios destacan que las fibras naturales, como la lana de *Ovis aries*, pueden contribuir a disminuir las pérdidas de calor y mejorar las condiciones térmicas interiores, especialmente en viviendas ubicadas en zonas de bajas temperaturas. Asimismo, constituye un material sostenible, biodegradable y de bajo impacto ambiental.



FUENTE: Elaboración propia.

Figura 3 — Lana de *Ovis aries*

3.2.5.1 Propiedades de *Ovis aries*

La lana de *Ovis aries* presenta propiedades físicas, químicas y biológicas que favorecen su utilización en diferentes aplicaciones, incluyendo el acondicionamiento térmico en materiales constructivos.

a) Propiedades físicas. La lana de *Ovis aries* presenta características como resistencia, flexibilidad, elasticidad e higroscopicidad. Estas propiedades permiten que las fibras puedan deformarse sin romperse y absorber humedad del ambiente, contribuyendo a conservar el calor y mejorar las condiciones térmicas interiores (Cayambe, 2023).

b) Propiedades químicas. La lana está compuesta principalmente por queratina, proteína que le proporciona resistencia frente a determinados agentes externos y contribuye a su durabilidad en diferentes aplicaciones (Elvira, 2009).

c) Propiedades biológicas. La lana puede resistir adecuadamente en ambientes secos; sin embargo, en condiciones de elevada humedad puede verse afectada por microorganismos e insectos, lo que puede influir en su conservación y desempeño (Valdiviezo, 2016).

3.2.5.2 Lana en la construcción

La lana de *Ovis aries*, debido a sus propiedades térmicas y capacidad de aislamiento, ha sido utilizada tradicionalmente en la industria textil; sin embargo, en los últimos años diversos estudios han investigado su aplicación en el sector construcción como material aislante natural (Romero et al., 2016).

Actualmente, existe interés en reemplazar algunos materiales aislantes artificiales por alternativas naturales, renovables y reciclables, debido a sus beneficios ambientales y térmicos. En ese sentido, la lana de *Ovis aries* ha sido utilizada en la elaboración de láminas aislantes junto con fibras naturales como algodón, permitiendo además su reutilización sin afectar significativamente sus propiedades funcionales (Wadel, 2011).

Asimismo, investigaciones recientes han incorporado lana de *Ovis aries* en la elaboración de bloques de adobe junto con fibras naturales como el ichu, logrando mejorar la resistencia a compresión, disminuir la conductividad térmica y favorecer el confort térmico interior de las viviendas (Taipe Cachuan y Yaranga Taipe, 2023).

Del mismo modo, la lana de *Ovis aries* puede combinarse con otros materiales constructivos, como ferrocemento, cal, paja y cenizas, contribuyendo al desarrollo de alternativas sostenibles para el acondicionamiento térmico en edificaciones.

3.2.6 Confort térmico

El confort térmico es la condición en la cual una persona percibe satisfacción respecto al ambiente térmico que la rodea. Esta condición depende de diversos factores ambientales y personales, principalmente la temperatura, humedad relativa, velocidad del aire.



En este sentido, Moreto Huaman (2023) señala que el confort térmico corresponde al equilibrio de las condiciones térmicas en un espacio determinado, permitiendo el desarrollo de actividades humanas en condiciones adecuadas de bienestar. De manera complementaria, Canales (2018) lo define como la percepción de comodidad de las personas frente a las condiciones ambientales presentes en un determinado ambiente.

En concordancia con ello, la Norma Técnica EM.110 del Reglamento Nacional de Edificaciones establece un enfoque bioclimático del confort térmico, en el cual las condiciones de habitabilidad no se definen mediante valores fijos, sino que dependen de la adaptación del diseño arquitectónico a las condiciones climáticas de cada región, con el objetivo de reducir el estrés térmico en los ocupantes (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

Asimismo, ASHRAE (2020) considera el confort térmico como una condición influenciada por múltiples variables ambientales y personales, estableciendo rangos de referencia para ambientes interiores que pueden variar aproximadamente entre 18 °C y 26 °C de temperatura del aire y entre 30 % y 60 % de humedad relativa, dependiendo de factores como la actividad de las personas y el nivel de vestimenta.

En viviendas ubicadas en zonas de bajas temperaturas, el confort térmico constituye un aspecto importante debido a su influencia en la salud, bienestar y calidad de vida de los habitantes. Por ello, el empleo de materiales naturales con propiedades aislantes representa una alternativa para mejorar las condiciones térmicas interiores de las edificaciones.

Diversas investigaciones en edificaciones de tierra en zonas altoandinas han evidenciado que la evaluación del confort térmico se puede realizar a partir de variables ambientales representativas como la temperatura interior y la humedad relativa, debido a su relación directa con la transferencia de calor y la percepción de bienestar en espacios habitados (Heathcote, 2011; Minke, 2011).

Por ello, en el contexto de viviendas rurales de adobe expuestas a climas fríos, la evaluación de estas dos variables permite caracterizar de manera representativa el comportamiento térmico interior y su relación con el confort térmico de los ocupantes.



3.2.6.1 Temperatura interior

La temperatura interior corresponde al nivel de calor presente dentro de un ambiente cerrado o edificación. Esta temperatura se encuentra influenciada por factores externos, como la radiación solar y temperatura ambiental, así como por factores internos relacionados con iluminación, equipos eléctricos y calor corporal de los ocupantes (Hobaica et al., 2000).

En las viviendas, la temperatura interior influye directamente en las condiciones de confort térmico, debido a que determina la percepción de bienestar de las personas frente al ambiente que las rodea. Asimismo, los materiales utilizados en la construcción pueden contribuir a conservar o disminuir el calor al interior de las edificaciones.

3.2.6.2 Humedad relativa interior

La humedad relativa interior corresponde a la cantidad de vapor de agua presente en el aire dentro de un ambiente cerrado, en relación con la máxima cantidad de humedad que el aire puede contener a determinada temperatura. Este parámetro influye directamente en la percepción térmica y condiciones de confort interior (ASHRAE, 2020).

Según Fanger (1970), la humedad relativa puede modificar la sensación de comodidad térmica de las personas. Niveles elevados de humedad pueden generar sensación de ambientes húmedos y menor confort, mientras que niveles bajos pueden producir sensación de sequedad y sensación térmica de frío.

En viviendas rurales y construcciones de adobe, la humedad relativa interior se encuentra influenciada por las condiciones climáticas, ventilación y materiales constructivos empleados en la edificación. Asimismo, el equilibrio entre temperatura interior y humedad relativa resulta importante para alcanzar condiciones adecuadas de confort térmico.

3.2.6.3 Inercia térmica

La inercia térmica es la capacidad de un material para absorber, almacenar y liberar calor de manera gradual. Esta propiedad permite mantener



temperaturas interiores más estables frente a las variaciones térmicas del ambiente exterior.

Gutiérrez y Gallegos (2015) señalan que la inercia térmica permite acumular calor durante las horas de mayor radiación solar y liberarlo posteriormente durante las horas de menor temperatura, favoreciendo el acondicionamiento térmico interior de las viviendas.

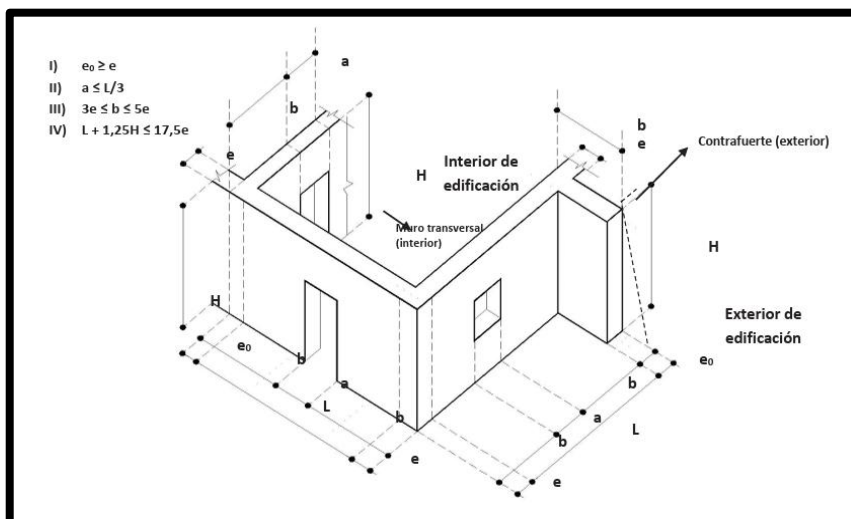
En construcciones de adobe y materiales naturales, la inercia térmica favorece la conservación del calor durante las horas nocturnas y ayuda a reducir las variaciones de temperatura al interior de las edificaciones.

3.2.7 Adobe

El adobe es un material de construcción tradicional elaborado principalmente a partir de una mezcla de tierra arcillosa, arena y agua; en algunos casos, se incorporan fibras vegetales o aglutinantes naturales como paja o ichu para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Los bloques de adobe pueden fabricarse manualmente o mediante moldes mientras la mezcla se encuentra en estado plástico. Una vez moldeados, se dejan secar al aire libre durante varios días hasta alcanzar la resistencia necesaria para su utilización en la construcción, sin requerir procesos de cocción, lo que reduce significativamente el consumo de energía durante su producción.

Debido a que la tierra utilizada suele obtenerse del entorno cercano, el adobe es considerado un material natural, económico y sostenible, ampliamente empleado en construcciones tradicionales y viviendas rurales. Asimismo, requiere un bajo consumo energético durante su fabricación y genera un menor impacto ambiental en comparación con materiales industrializados.

Diversos estudios señalan que el adobe posee propiedades favorables de aislamiento térmico e inercia térmica, permitiendo almacenar calor durante el día y liberarlo progresivamente durante la noche. Estas características contribuyen a reducir las variaciones bruscas de temperatura y mejorar el confort térmico en los ambientes interiores de las viviendas (Serebe et al., 2024).



FUENTE: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017.

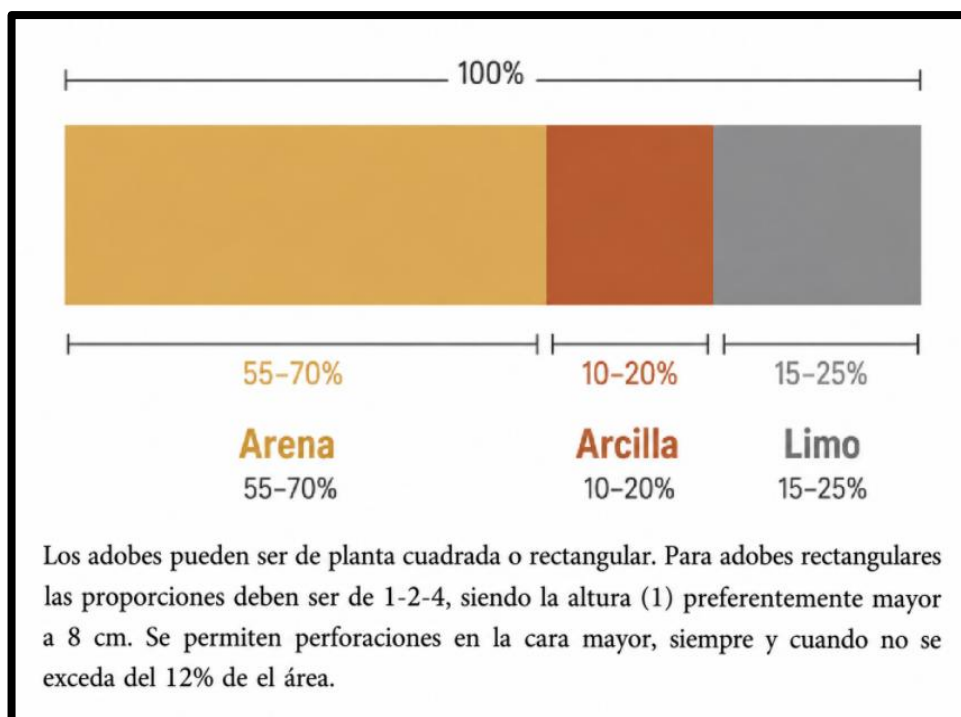
Figura 4 — Límites geométricos de muros y vanos

3.2.7.1 Composición del adobe

El adobe está compuesto principalmente por tierra arcillosa, arena y agua; en algunos casos, se incorporan fibras naturales como paja o ichu, las cuales contribuyen a mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. La proporción de estos componentes influye directamente en la resistencia, durabilidad y comportamiento del material (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

La arcilla actúa como elemento aglomerante, proporcionando cohesión y plasticidad a la mezcla, mientras que la arena reduce las deformaciones y la aparición de grietas durante el secado. Asimismo, las fibras vegetales ayudan a incrementar la resistencia a la tracción y mejorar la estabilidad del adobe.

De acuerdo con la Norma Técnica E.080 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017), el adobe debe presentar características físicas y mecánicas adecuadas para garantizar estabilidad y durabilidad en las construcciones de tierra.



FUENTE: Adaptado de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017.

Figura 5 — Composición del adobe

3.2.7.2 Propiedades físicas del adobe

El adobe presenta propiedades físicas que influyen en el comportamiento térmico y estructural de las viviendas, tales como la densidad, porosidad y capacidad de absorción de humedad (Minke, 2011). Asimismo, posee baja conductividad térmica e inercia térmica favorable, contribuyendo al confort interior de las edificaciones (Bahobail, 2012).

La densidad moderada del adobe le permite almacenar energía térmica durante el día y liberarla progresivamente durante la noche. Del mismo modo, su estructura porosa favorece el intercambio de humedad con el ambiente, contribuyendo a regular las condiciones interiores de las viviendas.

Otra propiedad importante del adobe es su baja conductividad térmica, la cual disminuye la transferencia de calor entre el exterior y el interior de la vivienda. Debido a ello, las edificaciones de adobe pueden mantener

temperaturas interiores relativamente estables frente a las variaciones climáticas externas (Bahobail, 2012; Minke, 2011).

Sin embargo, el adobe requiere protección frente a la humedad y el contacto con agua para evitar el deterioro de los muros y garantizar su durabilidad (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

Tabla 3 — Propiedades físicas del adobe

Propiedad	Descripción	Efecto en la vivienda
Densidad moderada	Almacena calor solar y lo libera de noche.	Confort térmico nocturno.
Porosidad	Intercambia humedad con el ambiente.	Regula humedad interior.
Inercia térmica	Acumula y retiene calor prolongado.	Temperatura interior estable.
Baja conductividad térmica	Reduce transferencia de calor exterior – interior.	Menor demanda energética.
Absorción de agua (limitación)	Alta sensibilidad a la humedad excesiva.	Deterioro mecánico y menor durabilidad.
FUENTE: Adaptado de Minke, 2011.		

3.2.7.3 Comportamiento térmico del muro de adobe

Los muros de adobe poseen un comportamiento térmico favorable debido a su elevada masa térmica e inercia térmica. Estas propiedades permiten que el material absorba calor durante las horas de mayor radiación solar y lo libere lentamente cuando la temperatura ambiental disminuye (Minke, 2011).

El comportamiento térmico del adobe contribuye a mantener ambientes interiores más confortables, especialmente en zonas rurales con grandes variaciones de temperatura entre el día y la noche. Durante el día, los muros reducen el ingreso excesivo de calor hacia el interior de la vivienda, mientras que durante la noche ayudan a conservar el calor acumulado.

Asimismo, el espesor de los muros influye significativamente en el desempeño térmico del adobe, ya que mayores espesores incrementan la

capacidad de almacenamiento térmico y disminuyen la velocidad de transferencia de calor.

Por estas características, el adobe es considerado un material apropiado para mejorar el confort térmico en viviendas ubicadas en regiones de clima frío o templado.

Tabla 4 — Comportamiento térmico del muro de adobe

Propiedad	Descripción	Beneficio en la vivienda
Masa térmica elevada	Absorbe calor solar durante el día	Reduce calor excesivo interior
Inercia térmica	Libera calor acumulado lentamente de noche	Conserva calor en climas fríos
Regulación diurna / nocturna	Amortigua variaciones térmicas diurnas y nocturnas	Interior confortable en clima variable
Espesor del muro (factor clave)	Mayor espesor = más almacenamiento térmico	Temperatura interior más estable
Idoneidad para clima frío / templado	Apto para regiones con bajas temperaturas nocturnas	Confort sin sistemas de calefacción
FUENTE: Adaptado de Minke, 2011.		

3.2.7.4 Conductividad térmica del adobe

La conductividad térmica es una propiedad física que expresa la capacidad de un material para transmitir calor. En los materiales de tierra, como el adobe, esta propiedad influye en el comportamiento térmico de las edificaciones y en el confort térmico interior, debido a su capacidad de reducir y amortiguar las variaciones de temperatura (Heathcote, 2011).

Según Holguino Huarza et al. (2018), el adobe presenta valores bajos de conductividad térmica en comparación con otros materiales convencionales de construcción, lo que favorece su capacidad de aislamiento térmico y almacenamiento de calor. En su investigación realizada en zonas altoandinas del Perú, determinaron experimentalmente una conductividad térmica aproximada de 0,176 W/mK para el adobe, evidenciando su eficiencia para disminuir pérdidas de calor en viviendas rurales.

Asimismo, diversos estudios señalan que la conductividad térmica del adobe depende de factores como la densidad, contenido de humedad, composición del suelo y presencia de fibras naturales. La incorporación de materiales vegetales, como paja o lana, puede reducir aún más la transferencia térmica, mejorando el desempeño térmico de los muros de adobe y favoreciendo condiciones de confort en climas fríos (Bahobail, 2012).

Tabla 5 — Conductividad térmica del adobe

Material de construcción	Conductividad térmica (W/mK)
Adobe	0,176
FUENTE: Adaptado de Holguino Huarza et al., 2018.	

3.2.7.5 Ventajas y limitaciones térmicas del adobe

El adobe es considerado un material de construcción con importantes propiedades térmicas debido a su capacidad de almacenar y liberar calor de manera gradual. Esta característica permite mantener temperaturas interiores relativamente estables durante el día y la noche, favoreciendo el confort térmico en viviendas ubicadas en zonas con variaciones climáticas marcadas. Según Heathcote (2011), los materiales de tierra poseen una elevada inercia térmica, lo que contribuye a disminuir las fluctuaciones de temperatura en los espacios interiores y mejorar las condiciones de habitabilidad.

Asimismo, Holguino Huarza et al. (2018) señalan que las viviendas construidas con adobe presentan un mejor comportamiento térmico en comparación con materiales convencionales ligeros, especialmente en zonas altoandinas donde las temperaturas nocturnas son bajas. El adobe reduce las pérdidas de calor y permite conservar temperaturas interiores más confortables gracias a su baja conductividad térmica.

Sin embargo, el adobe también presenta ciertas limitaciones térmicas. Su desempeño puede verse afectado por el contenido de humedad, ya que la presencia excesiva de agua incrementa la conductividad térmica y disminuye su capacidad aislante. Del mismo modo, la falta de refuerzos o aditivos térmicos puede limitar su eficiencia frente a condiciones climáticas

extremas. Bahobail (2012) menciona que la incorporación de fibras vegetales y otros materiales naturales puede mejorar las propiedades térmicas del adobe, reduciendo la transferencia de calor y aumentando su capacidad de aislamiento.

Por otro lado, Heathcote (2011) señala que el comportamiento térmico del adobe depende de factores como el espesor de los muros, densidad del material y condiciones ambientales del entorno. Por ello, el adecuado diseño constructivo y la incorporación de materiales complementarios pueden optimizar el confort térmico en edificaciones de adobe.

Tabla 6 — Ventajas y limitaciones térmicas del adobe

Tipo	Aspecto	Descripción
Ventaja	Inercia térmica alta	Reduce fluctuaciones de temperatura interior
Ventaja	Baja conductividad térmica	Conserva calor; supera a materiales ligeros
Ventaja	Estabilidad térmica día/noche	Almacena y libera calor gradualmente
Limitación	Sensible a la humedad	Agua excesiva aumenta conductividad térmica
Limitación	Sin refuerzos térmicos	Baja eficiencia en climas extremos
Mejora	Fibras vegetales y materiales naturales	Mejoran aislamiento; espesor y densidad son clave
Factor clave	Diseño constructivo (espesor y densidad)	Depende del espesor, densidad y clima local.
FUENTE: Adaptado de Heathcote, 2011; Holguino Huarza et al., 2018 y Bahobail, 2012.		

3.3 Marco conceptual

- a) **Adobe.** Es una composición sólida elaborada de suelo, principalmente arcilla, con presencia de partículas de materias orgánicas de origen vegetal, en su elaboración al contacto con agua es pastoso y después del secado se endurece y hace más resistente, generalmente tiene forma de cubo, pero puede tener diferentes formas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).
- b) **Arcilla:** Material parte del suelo, tiene la particularidad de al estar en contacto con agua se puede moldear, haciéndose trabajable por su característica plástica, cada partícula es menor a 0.002mm y a altas temperaturas se solidifica (Miranda Solier, 2022).



- c) **Limo:** Material parte del suelo, no cohesivo, es transportado por aire o por agua dulce, cada partícula tiene dimensiones de 0.0039 a 0.0625 (Romero y Callasi, 2017).
- d) **Arena:** Material parte del suelo, no cohesivo, compuesto de rocas muy pequeñas, cada partícula tiene dimensiones de 0.063 a 2mm (Miranda Solier, 2022).
- e) **Fibra vegetal:** Material natural de origen vegetal empleado como refuerzo en la fabricación de adobe. Su incorporación permite controlar la fisuración por retracción durante el secado, mejorar la cohesión y favorecer el comportamiento mecánico del material (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017; Minke, 2011).
- f) **Estiércol.** Mezcla de heces y orina de animales, generalmente combinada con restos de paja u otros residuos orgánicos provenientes de la alimentación animal. Puede emplearse como material orgánico en diferentes aplicaciones constructivas y agrícolas (Iglesias, 1994).
- g) **Lana.** Fibra natural obtenida principalmente de las ovejas, caracterizada por sus propiedades de aislamiento térmico y capacidad de retención de calor. Puede emplearse en aplicaciones textiles y constructivas (Real Academia Española, 2001).
- h) **Confort térmico.** Condición en la cual una persona percibe satisfacción con el ambiente térmico que la rodea, dependiendo de factores como temperatura, humedad, ventilación y radiación térmica (ASHRAE, 2020).
- i) **Conductividad térmica.** Es una propiedad física relacionada con la capacidad de un material para transmitir calor. En los materiales de tierra, como el adobe, una baja conductividad térmica favorece el aislamiento y contribuye al confort térmico interior de las edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).
- j) **Aislamiento térmico.** Capacidad de un material para reducir la transferencia de calor entre dos ambientes con diferentes temperaturas, contribuyendo a mantener condiciones térmicas más estables en el interior de las edificaciones. En el caso de los materiales de tierra, como el adobe, la Norma E.080 reconoce que poseen propiedades de aislamiento térmico que contribuyen al confort interior de las viviendas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

- k) **Baldosas.** Son elementos constructivos prefabricados, generalmente de forma plana y delgada, utilizados como revestimiento de pisos o superficies. Pueden elaborarse a partir de materiales cerámicos, cementicios o compuestos naturales, y su función es proporcionar protección, resistencia y acabado superficial en las edificaciones (Ching, 2015).
- l) **Temperatura interior.** Es la magnitud física que expresa el grado de calor existente dentro de un ambiente cerrado. Constituye uno de los principales parámetros para evaluar el confort térmico en edificaciones, debido a que influye directamente en la sensación térmica de los ocupantes (ASHRAE, 2020).
- m) **Humedad relativa interior.** Es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua presente en el aire interior y la máxima cantidad que el aire puede contener a una temperatura determinada. Este parámetro influye en la percepción de confort térmico y en la calidad ambiental de los espacios habitables (ASHRAE, 2020).



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación es aplicada, debido a que busca resolver un problema práctico relacionado con el confort térmico en viviendas de adobe mediante la utilización de materiales naturales disponibles en la zona, como el estiércol de *Bos taurus* y la lana de *Ovis aries*. Según Arias Chávez y Cangalaya Sevillano (2023), la investigación aplicada utiliza conocimientos científicos existentes para dar solución a problemas concretos de la realidad, sin que su propósito principal sea la generación de nuevas teorías.

El nivel de investigación es explicativo, porque tiene como finalidad determinar la influencia de las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* sobre el confort térmico de viviendas de adobe. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), las investigaciones explicativas están orientadas a identificar y explicar las causas de los fenómenos, analizando la relación de causa–efecto entre variables.

En la presente investigación se busca explicar el efecto de la aplicación de baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* sobre la temperatura interior y la humedad relativa interior de viviendas de adobe, con el propósito de determinar su influencia en el confort térmico de dichas edificaciones.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es experimental, debido a que se manipula deliberadamente la variable independiente con el fin de evaluar su efecto sobre la variable dependiente, estableciendo una relación de causa–efecto bajo condiciones controladas.

Según Arias Chávez y Cangalaya Sevillano (2023), el diseño experimental se caracteriza por la intervención directa del investigador sobre las variables de estudio, permitiendo evaluar los efectos producidos por la manipulación de la variable independiente sobre la variable dependiente.



En el presente estudio, se consideró una vivienda de adobe como unidad experimental, en la cual se aplicaron baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries*, mientras que una segunda vivienda de adobe fue considerada como unidad de control, sin intervención, con la finalidad de establecer comparaciones en el comportamiento térmico de ambas unidades de estudio.

Asimismo, la investigación es de tipo longitudinal, debido a que la recolección de datos de temperatura y humedad relativa se realizó en distintos momentos durante el periodo de observación, lo que permitió analizar la variación temporal del comportamiento térmico de las viviendas evaluadas. Según Arias Chávez y Cangalaya Sevillano (2023), los estudios longitudinales permiten observar los cambios que experimenta un fenómeno a través del tiempo mediante mediciones sucesivas.

Finalmente, la investigación es de tipo prospectivo, debido a que los datos fueron recolectados directamente durante la ejecución del estudio mediante mediciones realizadas en campo, sin recurrir a información previa o registros históricos. De acuerdo con Arias Chávez y Cangalaya Sevillano (2023), los estudios prospectivos se caracterizan porque la información es obtenida directamente por el investigador a medida que ocurren los hechos objeto de estudio.

4.3 Descripción ética de la investigación

La investigación científica constituye un proceso sistemático orientado a la generación de conocimiento y a la solución de problemáticas sociales. En este sentido, su desarrollo debe regirse por principios éticos que garanticen la integridad, la veracidad y la responsabilidad del investigador, asegurando la calidad y confiabilidad de los resultados (Ñaupas et al., 2018).

La ética de la investigación se ha consolidado como un componente esencial en la producción científica, debido a que regula la conducta del investigador y orienta el respeto por la dignidad humana, el medio ambiente y la propiedad intelectual, especialmente en estudios aplicados donde se interviene en contextos reales.

a) Nivel internacional: principios éticos de la investigación

A nivel internacional, la ética de la investigación se sustenta en diversos documentos normativos y declaraciones que establecen principios universales para la actividad



científica. Entre los más relevantes se encuentra la Declaración de Helsinki, la cual establece que toda investigación que involucre a seres humanos debe respetar su autonomía, garantizando el consentimiento informado y la protección de su integridad física y mental.

De igual forma, el Informe Belmont establece tres principios fundamentales de la ética de la investigación:

- Respeto por las personas (autonomía): reconoce la capacidad de decisión libre e informada de los participantes.
- Beneficencia: obliga al investigador a maximizar beneficios y minimizar posibles daños.
- Justicia: asegura una distribución equitativa de los beneficios y cargas de la investigación.

Asimismo, organismos internacionales como la UNESCO y el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) promueven la integridad científica, la responsabilidad social del investigador y el respeto por los derechos humanos en la producción del conocimiento científico.

b) Nivel nacional: lineamientos éticos en el Perú

En el contexto nacional, el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) establece lineamientos orientados a garantizar la integridad científica en el desarrollo de la investigación en el Perú.

Estos lineamientos promueven principios fundamentales como:

- Honestidad científica, evitando la falsificación, fabricación o manipulación de datos.
- Transparencia, en la ejecución, análisis y difusión de los resultados.
- Responsabilidad, en el uso de recursos y en el impacto social de la investigación.



- Rigor científico, asegurando la validez metodológica del estudio.

Estos principios fortalecen la confianza en la producción científica nacional y aseguran que las investigaciones contribuyan al desarrollo sostenible del país (CONCYTEC, 2019).

c) Nivel local: código de ética institucional

A nivel institucional, la presente investigación se enmarca en el Código de Ética para la Investigación de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, el cual establece normas de conducta aplicables a docentes, estudiantes e investigadores.

Entre los principios éticos institucionales más relevantes se consideran:

- Respeto por la propiedad intelectual, evitando el plagio mediante la correcta citación de fuentes bajo normas internacionales como ISO 690.
- Responsabilidad académica, garantizando la veracidad, originalidad y confiabilidad de los resultados.
- Integridad científica, en todas las etapas del proceso de investigación.
- Transparencia y honestidad, en la recolección, análisis y presentación de datos.

Estos principios aseguran la calidad ética del trabajo académico y la responsabilidad del investigador dentro del ámbito universitario (Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 2018).

d) Aplicación de los principios éticos en la investigación

En concordancia con los principios éticos establecidos en los niveles internacional, nacional y local, la presente investigación se desarrolló bajo estrictos criterios de responsabilidad científica.

Para ello, se garantizó:



- El consentimiento informado de los propietarios de las viviendas intervenidas, respetando su decisión voluntaria de participación.
- El respeto por las condiciones del entorno físico, evitando cualquier afectación innecesaria a las viviendas de adobe durante el desarrollo del estudio.
- La veracidad de los datos obtenidos en campo, asegurando su registro, análisis y procesamiento sin alteraciones.
- El uso responsable de la información bibliográfica, mediante citación adecuada conforme a la norma ISO 690.

Finalmente, los resultados obtenidos tienen carácter estrictamente académico y buscan aportar al conocimiento científico sobre el comportamiento térmico de viviendas de adobe mediante el uso de baldosas elaboradas con materiales naturales, contribuyendo al desarrollo de la construcción sostenible.

4.4 Población y muestra

4.4.1 Población

Arias et al. (2022) señalan que la población es considerada como un grupo de cantidad finita o infinita de sujetos que presentan entre ellos semejanzas en sus características. En el presente estudio la población de estudio estuvo conformada por dos (02) viviendas construidas en adobe, ubicadas en el distrito de Huanipaca, departamento de Apurímac, las cuales fueron seleccionadas de manera intencional en función de criterios de homogeneidad necesarios para el desarrollo del experimento.

Dichos criterios incluyeron: material constructivo (adobe), orientación similar respecto a la radiación solar, condiciones climáticas equivalentes por su proximidad geográfica, uso similar de los ambientes evaluados, dimensiones comparables y estado constructivo semejante.

La delimitación de la población responde a la necesidad de garantizar condiciones controladas que permitan evaluar el comportamiento térmico de las viviendas bajo estudio. En este sentido, la selección de las unidades se sustenta en el enfoque de



muestreo intencional, el cual, según Suri (2011), implica elegir deliberadamente los casos en función de su relevancia para los objetivos de la investigación, priorizando la obtención de información significativa sobre la representatividad estadística.

- **Criterios de inclusión:** Se consideraron aquellas viviendas ubicadas dentro del distrito de Huanipaca, viviendas construidas predominantemente con muros de adobe, muros de adobe sin recubrimiento (sin tarrajeo), a fin de evaluar su comportamiento térmico natural, viviendas con orientación similar respecto a la radiación solar, ambientes destinados a uso habitacional (habitaciones), viviendas con dimensiones y geometría comparables, viviendas ubicadas en zonas cercanas que presenten condiciones climáticas similares.
- **Criterios de exclusión:** Se excluyeron aquellas viviendas que están fuera del distrito de Huanipaca, viviendas construidas con materiales distintos al adobe o sistemas mixtos, muros con tarrajeo u otros recubrimientos que alteren el comportamiento térmico, viviendas con orientación diferente que genere variaciones significativas en la exposición solar, ambientes con usos distintos (cocinas, almacenes, etc.) y viviendas con dimensiones no comparables o condiciones constructivas diferentes.

4.4.2 Muestra

Hernández y Mendoza (2018) señalan que, en determinados estudios, la muestra puede abarcar la totalidad de la población; en tal caso, no se realiza un proceso de selección muestral, configurándose un estudio de tipo censal. En ese sentido, la presente investigación evaluó el 100 % de las unidades de estudio que conformaron la población, por lo que la muestra coincidió con la población ($n = 2$).

La muestra estuvo conformada por dos (02) viviendas de adobe seleccionadas de manera intencional y que cumplían los criterios de inclusión establecidos para la investigación. Debido a que se evaluó la totalidad de las unidades de estudio, se trabajó con un censo de unidades experimentales.

4.4.2.1 Muestreo

El tipo de muestreo empleado en la presente investigación fue no probabilístico por criterio o intencional, debido a que las unidades de estudio



fueron seleccionadas en función de criterios técnicos previamente establecidos, tales como material constructivo, orientación, condiciones climáticas, uso del ambiente y características geométricas. Ñaupas et al. (2018) señalan que este tipo de muestreo pertenece a los métodos no probabilísticos, caracterizándose por el predominio del criterio del investigador en la selección de las unidades de estudio. Asimismo, dado que se evaluó la totalidad de las unidades que cumplieron dichos criterios ($n = 2$), la muestra coincidió con la población, constituyéndose un censo de unidades experimentales.

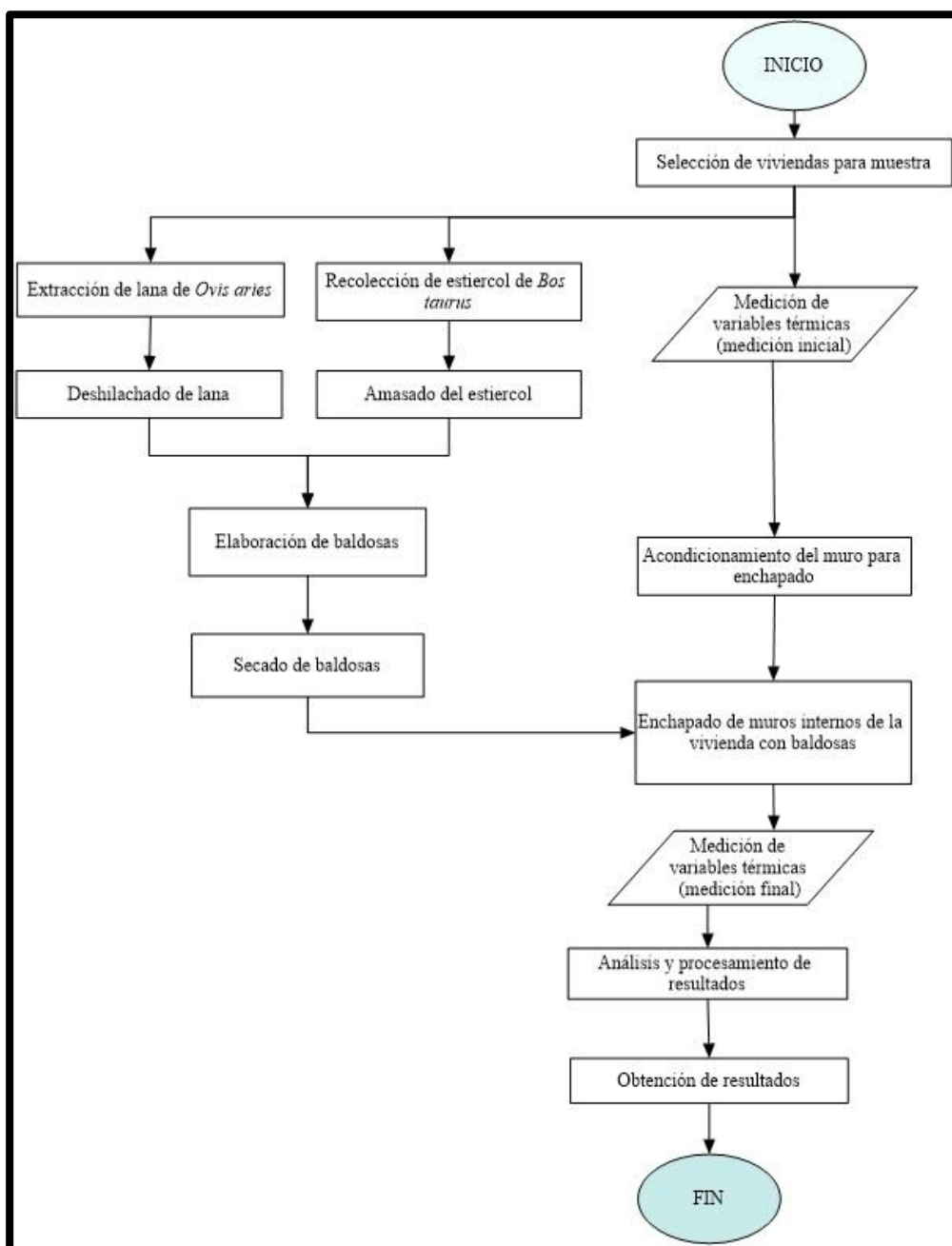
4.5 Procedimiento

Para el desarrollo de la presente investigación, en primer lugar, se realizó la selección de las viviendas experimentales, verificando que cumplan con los criterios establecidos, tales como la construcción en muro de adobe y la exposición directa al exterior.

Posteriormente, se procedió a la recolección de los materiales biológicos requeridos, específicamente estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries*. Con estos materiales se elaboraron las baldosas de recubrimiento térmico.

Una vez obtenidas las baldosas, se realizó su aplicación en el interior de una de las viviendas seleccionadas, considerada como unidad experimental, mientras que la otra vivienda fue mantenida sin intervención, actuando como unidad de control.

Finalmente, se efectuó la recolección de datos de temperatura y humedad relativa en ambas viviendas, mediante el uso de un termohigrómetro digital, con el objetivo de analizar el comportamiento térmico comparativo.



FUENTE: Elaboración propia.

Figura 6 — Diagrama de flujo del procedimiento de la investigación

4.5.1 Elaboración y caracterización de las baldosas experimentales

Las baldosas utilizadas en la presente investigación fueron elaboradas artesanalmente como elementos modulares de revestimiento interior para muros de adobe, con la finalidad de evaluar su influencia en el confort térmico de las viviendas de adobe del distrito de Huanipaca.

a) Dosificación de materiales

La elaboración de las baldosas se realizó empleando estiércol de *Bos taurus*, lana de *Ovis aries* y materiales complementarios de adherencia y acabado para mejorar la cohesión e instalación de las baldosas. La dosificación utilizada fue definida mediante pruebas preliminares de trabajabilidad, cohesión, consistencia y estabilidad de la mezcla, buscando obtener piezas homogéneas, moldeables y con adecuada integridad física para su aplicación como revestimiento interior.

Tabla 7 — Dosificación de materiales utilizados en la elaboración de las baldosas

Material	Proporción (%)
Estiércol de <i>Bos taurus</i>	90%
Lana de <i>Ovis aries</i>	8%
Materiales complementarios de adherencia y acabado	2%
FUENTE: Elaboración propia.	

b) Criterio de selección de la dosificación

Con la finalidad de determinar la dosificación más adecuada para la elaboración de las baldosas experimentales, se realizaron pruebas preliminares con diferentes proporciones de estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries*. Los resultados observados se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8 — Dosificaciones preliminares de las baldosas experimentales

Dosificación	Resultado observado
96% estiércol – 2% lana – 2% complementarios	Menor refuerzo fibroso y tendencia a fisuras superficiales
92% estiércol – 6% lana – 2% complementarios	Comportamiento aceptable, pero menor cohesión que la dosificación final
90% estiércol – 8% lana – 2% complementarios	Mejor trabajabilidad, cohesión y estabilidad física
75% estiércol – 23% lana – 2% complementarios	Exceso de fibras que dificultó el moldeo y la uniformidad
FUENTE: Elaboración propia.	

De acuerdo con los resultados obtenidos, la dosificación compuesta por 90% de estiércol de *Bos taurus*, 8% de lana de *Ovis aries* y 2% de materiales complementarios de adherencia y acabado fue seleccionada por presentar el mejor comportamiento en términos de trabajabilidad, cohesión, estabilidad física y facilidad de instalación. Esta composición permitió obtener baldosas homogéneas, con adecuada resistencia al manipuleo y estabilidad dimensional para su aplicación experimental como revestimiento interior de viviendas de adobe.

c) Dimensiones de las baldosas

Las baldosas fueron fabricadas con dimensiones de 0.40 m de largo, 0.30 m de ancho y un espesor aproximado de 15 mm, considerando criterios de trabajabilidad, facilidad de manipulación, uniformidad y cobertura del revestimiento interior de los muros.

Para la intervención experimental se elaboraron e instalaron un total de 184 baldosas, las cuales permitieron revestir aproximadamente 22,00 m² de superficie interior de los muros de la vivienda experimental. La cantidad de baldosas fue determinada en función del área disponible para la instalación y de los requerimientos del revestimiento térmico evaluado en la investigación.

d) Proceso de elaboración

El proceso de elaboración de las baldosas inició con la fabricación de moldes de madera, utilizando una base de vidrio para obtener superficies uniformes y lisas en cada pieza.

Posteriormente, se realizó la recolección del estiércol de *Bos taurus* y la lana de *Ovis aries*. Asimismo, se efectuó la adquisición de materiales complementarios empleados para mejorar el acabado superficial y facilitar la instalación de las baldosas.

Luego se procedió a la elaboración de la mezcla, incorporando el estiércol de *Bos taurus*, la lana de *Ovis aries* hasta obtener una composición homogénea y moldeable. La mezcla obtenida fue colocada en los moldes previamente

preparados y posteriormente compactada manualmente para garantizar uniformidad y consistencia en las piezas elaboradas.

Después las baldosas fueron sometidas a un proceso de secado natural hasta alcanzar condiciones adecuadas para su instalación.

Finalmente, las baldosas fueron instaladas como revestimiento interior de los muros de adobe mediante un sistema de revestimiento tipo enchape utilizando guías y ganchos de sujeción.

Debido a que las baldosas elaboradas en la presente investigación corresponden a un material biocompuesto experimental de fabricación artesanal, actualmente no existe una Norma Técnica Peruana específica que regule su proceso de elaboración. Sin embargo, su aplicación como revestimiento interior se sustenta en los criterios técnicos establecidos para acabados y revestimientos contemplados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, así como en principios de acondicionamiento térmico aplicados a edificaciones con materiales de construcción sostenibles.

4.5.2 Características de las unidades de estudio

Con la finalidad de garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos y minimizar la influencia de variables externas, se seleccionaron una vivienda experimental y una vivienda de control con características geométricas, constructivas y ambientales similares.

Ambas viviendas presentan dimensiones interiores equivalentes, con un ancho de 3,00 m, largo de 4,00 m y altura interior de 2,00 m, lo que representa un área interior de 12,00 m² y un volumen interior de 24,00 m³. Asimismo, las dos viviendas poseen la misma orientación (hacia el sur), condición que garantiza condiciones de exposición solar comparables entre ambas durante el periodo de evaluación.

En cuanto a las características constructivas, ambas viviendas fueron edificadas con muros de adobe de 40 cm de espesor y cobertura de calamina, materiales tradicionalmente empleados en las viviendas rurales del distrito de Huanipaca. Estas características permiten establecer condiciones constructivas comparables para la evaluación experimental.



Del mismo modo, las viviendas se encuentran separadas por una distancia aproximada de 2 m, ubicándose dentro de un mismo entorno geográfico y climático. Debido a esta proximidad, ambas estuvieron expuestas a condiciones ambientales semejantes durante el periodo de monitoreo.

La principal diferencia entre ambas unidades de estudio fue la instalación de baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* en la vivienda experimental, mientras que la vivienda de control mantuvo sus condiciones originales. En consecuencia, la selección de viviendas con características comparables permitió reducir la influencia de factores externos sobre las variables estudiadas y fortalecer la validez interna de la investigación.

Tabla 9 — Características comparativas de las viviendas evaluadas

Característica	Vivienda experimental	Vivienda control
Ancho interior	3 m	3 m
Largo interior	4 m	4 m
Altura interior	2 m	2 m
Área interior	12 m ²	12 m ²
Volumen interior	24 m ³	24 m ³
Orientación	Sur	Sur
Material de muros	Adobe	Adobe
Espesor de muros	40 cm	40 cm
Tipo de cubierta	Calamina	Calamina
Distancia entre viviendas	2 m	2 m
Condiciones climáticas	Similares	Similares
FUENTE: Elaboración propia.		

4.5.3 Justificación del periodo de medición

El periodo de recolección de datos se estableció en un ciclo continuo de 24 horas con la finalidad de registrar de manera integral los parámetros de temperatura y humedad relativa del ambiente interior de las viviendas evaluadas. Este intervalo permite abarcar las condiciones diurnas y nocturnas del entorno, incluyendo los periodos de mayor radiación solar y las horas de menor temperatura, posibilitando así la caracterización de las condiciones de confort térmico presentes durante un ciclo diario completo.



La selección de este periodo de monitoreo responde a la necesidad de obtener información representativa sobre el desempeño térmico de las viviendas bajo condiciones climáticas equivalentes, permitiendo comparar los parámetros de temperatura y humedad relativa entre la vivienda experimental y la vivienda de control. Asimismo, el monitoreo continuo de estas variables constituye una metodología ampliamente utilizada en estudios orientados a la evaluación de las condiciones de confort térmico y del comportamiento de materiales constructivos naturales (Bamogo et al., 2020; Quispe Pérez, 2023).

Por otra parte, la Norma Técnica EM.110 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016) establece criterios para el diseño bioclimático de edificaciones en función de las condiciones climáticas locales, sin especificar un periodo mínimo obligatorio de medición. En consecuencia, la aplicación de un ciclo continuo de 24 horas resulta metodológicamente válida para la evaluación comparativa de los parámetros de confort térmico considerados en la presente investigación.

No obstante, se reconoce que la ampliación del periodo de monitoreo a diferentes épocas del año permitiría obtener una caracterización más completa del comportamiento higrotérmico de las viviendas, por lo que se recomienda su consideración en futuras investigaciones.

4.5.4 Procedimiento de monitoreo

Para la recolección de datos se utilizó un termohigrómetro digital instalado en el interior de cada vivienda. El equipo fue ubicado a una altura aproximada de 0,30 m respecto al nivel del piso debido a que el objetivo de la investigación fue evaluar la influencia de las baldosas sobre las condiciones higrotérmicas del ambiente interior próximo a la superficie revestida, donde se esperaba una mayor interacción entre el material experimental y el aire interior. Con la finalidad de garantizar la comparabilidad de las mediciones, el equipo fue colocado en una ubicación similar en ambas viviendas, evitando interferencias directas por radiación solar, corrientes de aire o fuentes artificiales de calor.

Los registros de temperatura y humedad relativa fueron obtenidos cada una hora durante un periodo continuo de 24 horas, permitiendo analizar comparativamente el



comportamiento higrotérmico de la vivienda experimental y la vivienda de control bajo condiciones ambientales semejantes.

4.6 Técnica e instrumentos

4.6.1 Técnica

La técnica empleada en la presente investigación fue la observación, entendida como un procedimiento sistemático que permite recopilar información mediante la percepción directa y el registro de los fenómenos objeto de estudio en condiciones previamente definidas (Arias, 2012).

La técnica de observación fue utilizada para registrar los valores de temperatura interior y humedad relativa interior en las viviendas evaluadas durante el desarrollo del proceso experimental. Esta técnica permitió obtener información objetiva sobre las condiciones térmicas existentes antes y después de la implementación de las baldosas experimentales, facilitando la evaluación de su influencia en el confort térmico de las viviendas de adobe.

4.6.2 Instrumento

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue la ficha de observación, la cual permitió registrar de manera ordenada y sistemática los valores obtenidos durante las mediciones realizadas en las viviendas objeto de estudio. Según Arias et al. (2022), la ficha de observación constituye un instrumento que facilita la organización y el registro estructurado de la información necesaria para el análisis de las variables investigadas.

En la presente investigación, la ficha de observación fue diseñada para registrar los valores de temperatura interior y humedad relativa interior obtenidos mediante un termohigrómetro digital. Las mediciones se efectuaron considerando criterios técnicos relacionados con el confort térmico y la habitabilidad establecidos en la Norma Técnica EM.110 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016) y en los lineamientos de la ASHRAE Standard 55 (ASHRAE, 2020). Asimismo, la ficha permitió organizar la información de manera cronológica, facilitando su posterior procesamiento estadístico e interpretación de los resultados obtenidos.



a) Validación del instrumento

La ficha de observación fue validada mediante juicio de cinco expertos con grado académico mínimo de maestro y experiencia en el área de investigación, a fin de garantizar su pertinencia, claridad, coherencia y suficiencia.

Tabla 10 — Expertos que participaron en la validación del instrumento

Nº	Apellidos y nombres	Carrera profesional	Grado académico
1	Alarcón Camacho Erick	Ingeniería Civil	Doctor
2	Ilasaca Cahuata Edwar	Ingeniería Estadística	Doctor
3	Gonzales Gutiérrez Carlos Alberto	Ingeniería Civil	Maestro
4	Gómez Noblega Rómulo	Ingeniería Civil	Maestro
5	Abarca Durand Cecilio	Ingeniería Civil	Maestro
FUENTE: Elaboración propia.			

La validez de contenido del instrumento fue determinada mediante el coeficiente V de Aiken, el cual permite cuantificar el grado de acuerdo entre los expertos respecto a la relevancia y representatividad de los elementos que conforman el instrumento.

$$V = \frac{\bar{X} - l}{k}$$

donde

- $\bar{X}$ es el promedio de puntuaciones de los expertos evaluado;
- l es el valor mínimo de la escala de valoración ($l = 1$);
- k es el rango de la escala igual valor máx – valor mín.

Tabla 11 — Interpretación del coeficiente V de Aiken

Valor de V	Interpretación
0.00 – 0.69	Baja validez
0.70 – 0.79	Validez aceptable
0.80 – 0.89	Buena validez
0.90 – 1.00	Excelente validez
FUENTE: Adaptado de Ecurra, 1988.	

b) Resultado de la validación del instrumento

La validez de contenido del instrumento fue determinada mediante el coeficiente **V de Aiken**, obteniéndose un valor de **0.954**, resultado que corresponde a un nivel de **validez excelente**. Este valor evidencia una elevada concordancia entre los expertos evaluadores respecto a la pertinencia, claridad, coherencia y suficiencia de los criterios considerados en la ficha de observación. En consecuencia, se concluye que el instrumento presenta un alto grado de validez de contenido y reúne las condiciones necesarias para su aplicación en la recolección de datos de la presente investigación.

4.7 Análisis estadístico

a) Estadística descriptiva

Según Hernández y Mendoza (2018), la estadística descriptiva comprende un conjunto de procedimientos destinados a organizar, resumir, presentar e interpretar los datos obtenidos en una investigación, permitiendo una comprensión clara de las características de las variables estudiadas.

En la presente investigación, la estadística descriptiva se empleó para organizar, resumir y describir los datos obtenidos durante el monitoreo de las variables temperatura interior y humedad relativa interior en las viviendas evaluadas. Para ello, se calcularon medidas de tendencia central, principalmente la media aritmética, así como medidas de dispersión, lo cual permitió analizar la variabilidad de los registros obtenidos durante el periodo de medición.

Asimismo, se elaboraron tablas y gráficos estadísticos mediante los programas Microsoft Excel y SPSS versión 26, con la finalidad de representar y comparar el comportamiento térmico e higrométrico de la vivienda experimental (con baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries*) y la vivienda de control (sin baldosas).

b) Estadística inferencial

De acuerdo con Walpole et al. (2012), la estadística inferencial permite realizar generalizaciones y tomar decisiones sobre una población a partir de la información obtenida de una muestra, mediante la aplicación de pruebas estadísticas de contraste de hipótesis.



En la presente investigación, la estadística inferencial se utilizó para contrastar las hipótesis planteadas y determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre la vivienda experimental y la vivienda de control respecto a la temperatura interior y la humedad relativa interior.

Para ello, se consideró un diseño de comparación entre dos grupos independientes, empleándose inicialmente pruebas de normalidad con el fin de identificar la distribución de los datos. Los resultados evidenciaron que al menos una de las variables no seguía una distribución normal, lo que condicionó la selección de una prueba no paramétrica.

En este sentido, la prueba U de Mann-Whitney fue seleccionada como técnica de análisis, al ser adecuada para comparar dos muestras independientes cuando no se cumple el supuesto de normalidad, permitiendo determinar si existen diferencias significativas entre sus distribuciones (Mann y Whitney, 1947).

c) Criterios para la selección de la prueba estadística

La selección de la prueba estadística se realizó considerando el objetivo de la investigación, la naturaleza de las variables, el tipo de diseño y las características de los datos obtenidos.

La investigación comparó dos grupos independientes: una vivienda experimental y una vivienda de control. Las variables analizadas fueron temperatura interior y humedad relativa interior, ambas de naturaleza cuantitativa continua. El monitoreo se realizó durante un periodo continuo de 24 horas, efectuándose mediciones cada hora mediante un termohigrómetro digital, obteniéndose 24 observaciones por cada vivienda.

Dado que el tamaño muestral fue reducido ($n = 24$ por grupo), se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos, considerando su adecuada aplicación en muestras pequeñas (Shapiro y Wilk, 1965). Los resultados evidenciaron que al menos uno de los grupos no presentó distribución normal, lo que llevó a descartar pruebas paramétricas.

En consecuencia, no se utilizó la prueba t de Student, debido a que esta requiere el supuesto de normalidad en los datos, ni el análisis de varianza (ANOVA), ya que este



se emplea para la comparación de tres o más grupos y también exige el cumplimiento de supuestos paramétricos.

Por lo tanto, se determinó que la prueba U de Mann-Whitney era la más adecuada para el análisis, al tratarse de una prueba no paramétrica diseñada para comparar dos grupos independientes sin asumir distribución normal.

d) Aplicación de la prueba U de Mann-Whitney

Para la contrastación de hipótesis, los datos obtenidos fueron organizados y sistematizados en una base de datos elaborada en el software SPSS versión 26, lo que permitió su procesamiento estadístico.

Se estableció un nivel de significancia de 0.05 para la toma de decisiones estadísticas. La hipótesis nula planteó la ausencia de diferencias significativas entre la vivienda experimental y la vivienda de control, mientras que la hipótesis alternativa estableció la existencia de dichas diferencias.

Posteriormente, se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, cuyos resultados confirmaron la ausencia de distribución normal en al menos uno de los grupos evaluados. En función de ello, se procedió a aplicar la prueba U de Mann-Whitney.

Esta prueba consiste en la ordenación conjunta de todas las observaciones de ambos grupos, asignando rangos a cada valor y calculando posteriormente el estadístico U, el cual permite evaluar si existen diferencias entre las distribuciones comparadas. A partir de este procedimiento, se obtuvo el valor de significancia (p-valor), el cual permitió contrastar las hipótesis planteadas.

Finalmente, la regla de decisión establecida indicó que, si el valor de significancia es menor o igual a 0.05, se rechaza la hipótesis nula; mientras que, si es mayor a dicho valor, no se rechaza la hipótesis nula. La interpretación de los resultados permitió determinar la influencia de las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* sobre la temperatura interior, la humedad relativa interior y el confort térmico de las viviendas de adobe del distrito de Huanipaca.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las variables de estudio, organizados de acuerdo con los objetivos específicos y la hipótesis general de la investigación. Las mediciones fueron realizadas mediante un termohigrómetro durante un periodo continuo de 24 horas en dos viviendas de adobe ubicadas en el distrito de Huanipaca: una vivienda sin aplicación de baldosas (grupo control) y otra con enchapado interior de baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* (grupo experimental).

a) Influencia de las baldosas en la temperatura interior

En este apartado se analiza el comportamiento de la temperatura interior registrada en ambas viviendas, con el objetivo de determinar la influencia de las baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* sobre la temperatura interior de las viviendas de adobe.

Tabla 12 — Análisis comparativo de temperatura interior

	VIVIENDA SIN BALDOSA			VIVIENDA CON BALDOSA			Diferencia PROM TEMP °C
	TEMPERATURA °C			TEMPERATURA °C			
Hora	IN	OUT	PROM	IN	OUT	PROM	
00:00	13.8	13.3	13.6	18.9	18.8	18.9	5.3
01:00	13.6	12.9	13.3	18.7	17.9	18.3	5
02:00	13.7	13.1	13.4	18.8	18.2	18.5	5.1
03:00	13.2	12.8	13	18.3	17.9	18.1	5.1
04:00	13.9	13.2	13.6	19	18.3	18.7	5.1
05:00	13.8	13.3	13.6	18.8	18.4	18.6	5
06:00	13.9	13.5	13.7	18.9	18.6	18.8	5.1
07:00	14.2	13.7	14	19.3	18.7	19	5
08:00	14.4	13.9	14.2	19.4	18.9	19.2	5
09:00	15	14.9	15	20.2	20.1	20.2	5.2
10:00	15.7	16.1	15.9	20.8	21.4	21.1	5.2
11:00	16.4	17.5	17	21.4	22.7	22.1	5.1
12:00	17	18.6	17.8	22.1	23.9	23	5.2
13:00	17.4	19.4	18.4	22.4	25.1	23.8	5.4



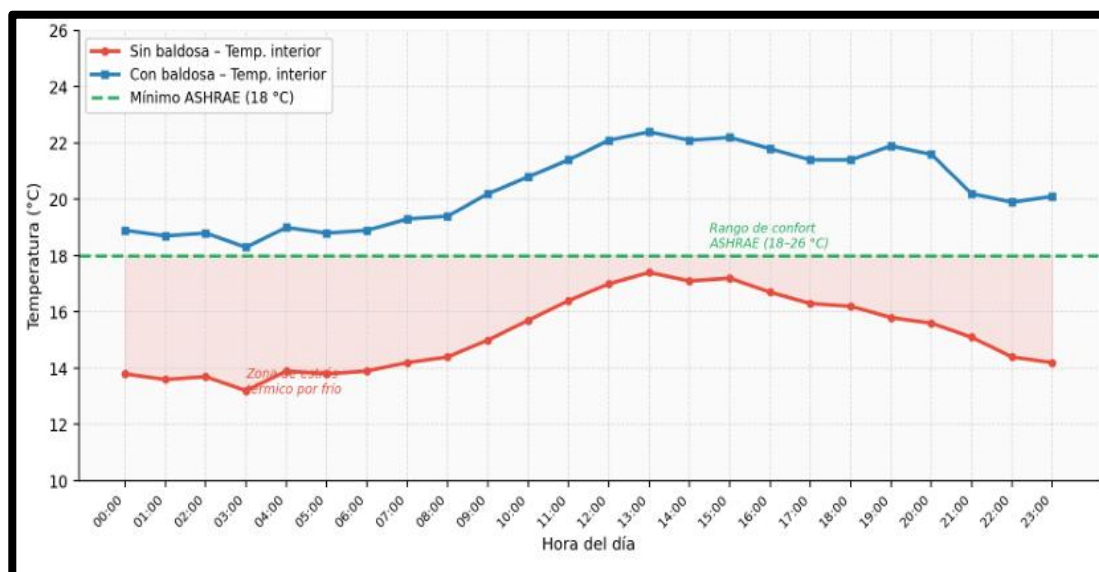
14:00	17.1	18.9	18	22.1	23.8	23	5
15:00	17.2	18.6	17.9	22.2	23.9	23.1	5.2
16:00	16.7	18.1	17.4	21.8	23.4	22.6	5.2
17:00	16.3	17.7	17	21.4	22.8	22.1	5.1
18:00	16.2	16.6	16.4	21.4	21.8	21.6	5.2
19:00	15.8	16.1	16	21.9	21.5	21.7	5.7
20:00	15.6	15.4	15.5	21.6	20.9	21.3	5.8
21:00	15.1	14.9	15	20.2	20.1	20.2	5.2
22:00	14.4	13.9	14.2	19.9	19.9	19.9	5.7
23:00	14.2	13.4	13.8	20.1	19.8	20	6.2
FUENTE: Elaboración propia.							

En la Tabla 12 se observa una diferencia térmica sistemática entre la vivienda sin baldosa y la vivienda con baldosa durante las 24 horas de medición. La vivienda sin baldosa registró temperaturas promedio entre 13.0 °C y 18.4 °C, con un promedio diario aproximado de 15.3 °C, mientras que la vivienda con baldosa presentó temperaturas promedio entre 18.1 °C y 23.8 °C, alcanzando un promedio diario aproximado de 20.8 °C.

La diferencia de temperatura entre ambas viviendas se mantuvo positiva durante todo el periodo de evaluación, con valores comprendidos entre 5.0 °C y 6.2 °C. La menor diferencia se registró en varios intervalos horarios (01:00, 05:00, 07:00, 08:00 y 14:00 horas), mientras que la mayor diferencia se observó a las 23:00 horas.

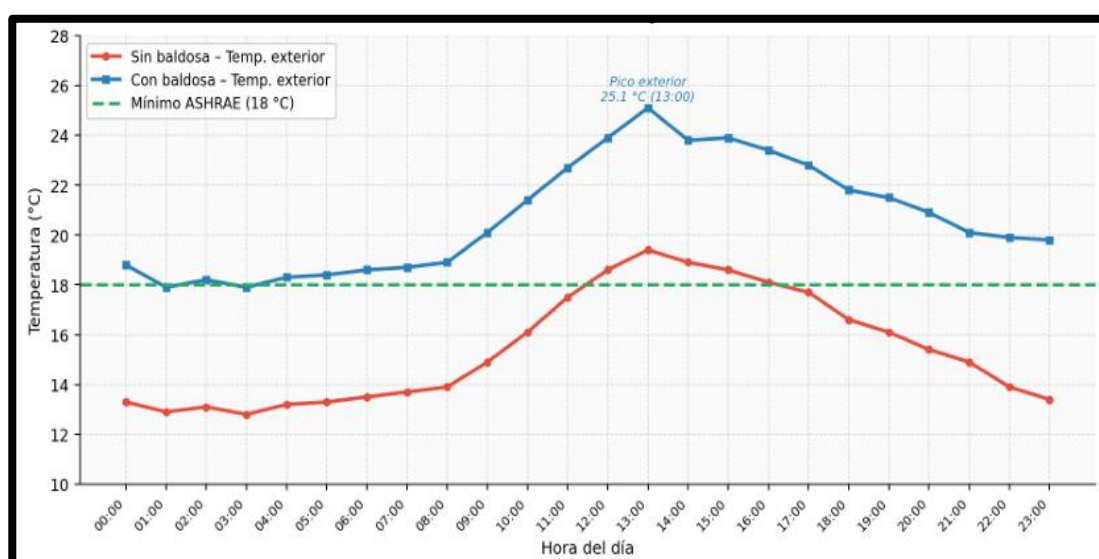
Asimismo, durante las horas de la madrugada (00:00–07:00), la vivienda con baldosa mantuvo temperaturas promedio superiores a 18 °C, mientras que la vivienda sin baldosa registró valores cercanos a 13 °C, observándose una diferencia superior a 5 °C entre ambas condiciones. Durante las horas de mayor temperatura diurna (11:00–15:00), ambas viviendas incrementaron sus temperaturas; sin embargo, la vivienda con baldosa continuó presentando valores superiores durante todo el periodo de medición.

Finalmente, la amplitud térmica registrada fue de aproximadamente 5.4 °C en la vivienda sin baldosa y 5.7 °C en la vivienda con baldosa, evidenciando un comportamiento térmico estable durante las 24 horas evaluadas.



FUENTE: Elaboración propia.

Figura 7 — Temperatura interior comparativa de vivienda con y sin baldosa



FUENTE: Elaboración propia.

Figura 8 — Temperatura exterior comparativa de vivienda con y sin baldosa

b) Influencia de las baldosas en la humedad relativa interior

En este apartado se analiza el comportamiento de la humedad relativa interior registrado durante 24 horas en ambas viviendas, con el objetivo de determinar la influencia de las baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* sobre la humedad relativa interior de las viviendas de adobe.

Tabla 13 — Análisis comparativo de humedad relativa interior

Hora	VIVIENDA SIN BALDOSA	VIVIENDA CON BALDOSA	Diferencia (pp)
	Humedad relativa int. (%)	Humedad relativa int. (%)	
00:00	56	56	0
01:00	57	55	-2
02:00	57	54	-3
03:00	58	56	-2
04:00	60	58	-2
05:00	61	59	-2
06:00	62	62	0
07:00	68	61	-7
08:00	74	62	-12
09:00	77	63	-14
10:00	77	62	-15
11:00	78	64	-14
12:00	80	67	-13
13:00	81	66	-15
14:00	79	68	-11
15:00	78	71	-7
16:00	77	72	-5
17:00	77	68	-9
18:00	74	69	-5
19:00	71	67	-4
20:00	68	74	6
21:00	63	68	5
22:00	60	61	1
23:00	58	59	1
FUENTE: Elaboración propia.			

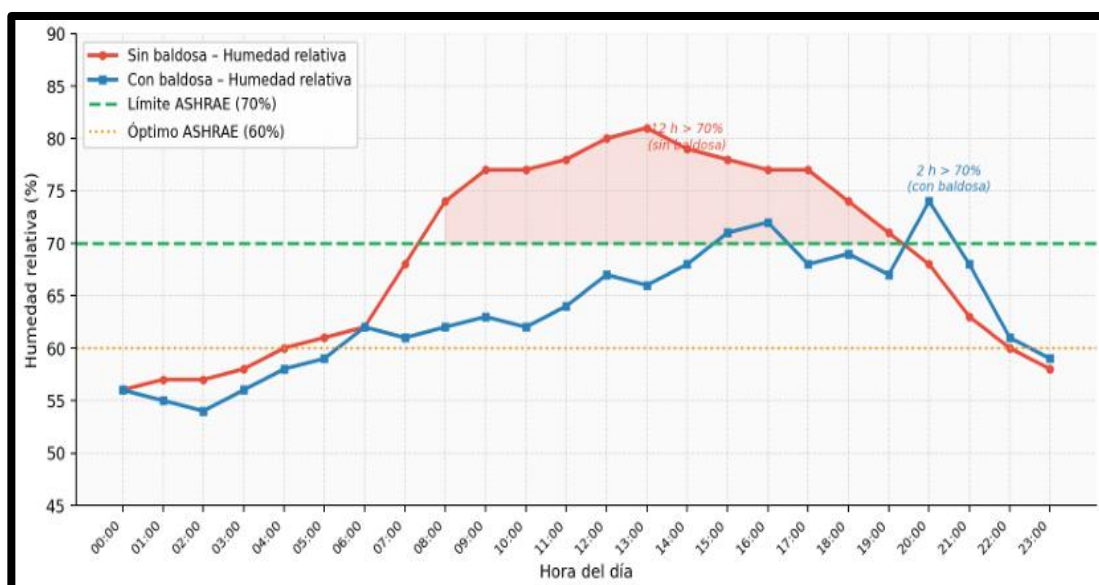
En la Tabla 13 se observa que los niveles de humedad relativa en la vivienda sin baldosa fueron, en general, superiores a los registrados en la vivienda con baldosa durante el ciclo de 24 horas. La vivienda sin baldosa presentó valores comprendidos entre 56 % y 81 %, alcanzando el valor máximo a las 13:00 horas, mientras que la vivienda con baldosa registró valores entre 54 % y 74 %, con su valor máximo a las 20:00 horas.

Durante las horas de la madrugada y primeras horas de la mañana (00:00–06:00), ambas viviendas presentaron valores similares de humedad relativa, con diferencias comprendidas entre 0 y -3 puntos porcentuales. A partir de las 07:00 horas, la vivienda sin baldosa mostró un incremento progresivo de la humedad relativa, alcanzando diferencias de hasta -15 puntos porcentuales respecto a la vivienda con baldosa a las 10:00 y 13:00 horas.



Entre las 08:00 y las 19:00 horas, la vivienda sin baldosa registró valores superiores al 70 %, mientras que la vivienda con baldosa presentó valores entre 62 % y 72 % durante el mismo periodo. En las últimas horas del día (20:00–23:00), la vivienda con baldosa registró valores de humedad ligeramente superiores, con diferencias entre 1 y 6 puntos porcentuales.

Finalmente, la amplitud diaria de la humedad relativa fue de 25 puntos porcentuales en la vivienda sin baldosa (de 56 % a 81 %) y de 20 puntos porcentuales en la vivienda con baldosa (de 54 % a 74 %), evidenciando una menor variación de la humedad relativa en esta última durante el periodo evaluado.



FUENTE: Elaboración propia.

Figura 9 — Humedad relativa interior comparativa de vivienda con y sin baldosa

c) Influencia de baldosas en el confort térmico general de las viviendas de adobe

En este apartado se integran los resultados de temperatura interior y humedad relativa para evaluar de manera conjunta la influencia de las baldosas sobre el confort térmico general de las viviendas de adobe, en correspondencia con el objetivo general de la investigación. El confort higrotérmico se analiza a partir de la combinación de ambas variables, considerando los rangos de referencia establecidos por estándares internacionales como ASHRAE.

Tabla 14 — Resumen comparativo de indicadores de confort higrotérmico

Indicador	Viv. SIN baldosa	Viv. CON baldosa	Diferencia	Interpretación
Temp. interior mínimo (°C)	13.0	18.1	5.1	Mejora significativa
Temp. interior máximo (°C)	18.4	23.8	5.4	Mayor calor máximo
Temp. promedio diario (°C)	15.3	20.8	5.5	Rango confortable
Amplitud térmica interior (°C)	5.4	5.7	0.3	Similar estabilidad
Humedad mínima (%)	56	54	-2	Similares
Humedad máxima (%)	81	74	-7	Reducción relevante
Humedad promedio diario (%)	≈69	≈64	-5	Más confortable
Amplitud higrométrica (pp)	25	20	-5	Menor variabilidad
Horas >70% humedad	12 horas	2 horas	-10 horas	Mejora higroscópica
FUENTE: Elaboración propia				

La Tabla 14 sintetiza el impacto integral de las baldosas sobre el confort térmico de las viviendas de adobe. Se evidencia que la aplicación de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* produjo mejoras simultáneas en las dos variables de estudio: incrementó la temperatura interior en más de 5 °C en promedio y redujo la humedad relativa en aproximadamente 5 puntos porcentuales, disminuyendo además el número de horas con humedad superior al 70 % de 12 horas (vivienda sin baldosa) a solo 2 horas (vivienda con baldosa).

Estos resultados son particularmente relevantes para viviendas ubicadas en zonas altoandinas con climas fríos y húmedos como el distrito de Huanipaca, donde la combinación de bajas temperaturas y elevada humedad puede afectar negativamente tanto el confort de los ocupantes como la durabilidad de los materiales de construcción. La aplicación de baldosas demostró ser una estrategia pasiva efectiva para mejorar de manera simultánea ambas condiciones ambientales interiores.

5.2 Contrastación de hipótesis

En este apartado se presenta la contrastación estadística de las hipótesis específicas y de la hipótesis general de la investigación, mediante las pruebas de normalidad y la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, a partir de los datos descritos en el apartado anterior.

a) Contrastación de la Hipótesis Específica 1 — Temperatura Interior

- **Ha1:** Las baldosas de estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* influyen en la temperatura interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.

- **H01:** Las baldosas de estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* no influyen en la temperatura interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.

Tabla 15 — Prueba de normalidad — Temperatura interior

Pruebas de normalidad							
Variable	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk			Normalidad
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
PROM TEMP SIN baldosa	0.194	24	0.020	0.899	24	0.020	No normal
PROM TEMP CON baldosa	0.152	24	0.158	0.923	24	0.067	Normal
FUENTE: Elaboración propia.							

Los resultados de la prueba de normalidad indican que la temperatura promedio de la vivienda sin baldosa no presenta una distribución normal ($p = 0.020$), mientras que la vivienda con baldosa sí cumple este supuesto ($p > 0.05$). En consecuencia, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para comparar ambos grupos independientes.

Tabla 16 — Prueba de U de Mann-Whitney — Temperatura interior

Prueba de U de Mann-Whitney				
Variable	Tratamiento	N	Rango promedio	Suma de rangos
PROM TEMP	0,00 (Sin baldosa)	24	12.58	302.00
	1,00 (Con baldosa)	24	36.42	874.00
Total		48		
FUENTE: Elaboración propia.				

Tabla 17 — Estadísticos de prueba — Temperatura interior

Estadísticos de prueba	
Estadístico	Valor
U de Mann-Whitney	2.000
W de Wilcoxon	302.000
Z	-5.899
Sig. asintótica(bilateral)	0.000
FUENTE: Elaboración propia.	

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney indican que existe una diferencia estadísticamente significativa en la temperatura interior promedio entre la vivienda sin baldosa y la vivienda con baldosa ($U = 2.000$, $Z = -5.899$, $p = 0.000$). Dado que $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa.

De la contrastación realizada se concluye que se acepta la hipótesis alternativa (H_a) y se rechaza la hipótesis nula (H_0). En consecuencia, las baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* influyen significativamente en la temperatura interior de las viviendas de adobe del distrito de Huanipaca, incrementando la temperatura promedio interior en más de 5 °C respecto a la vivienda sin baldosa, lo que evidencia una mejora sustancial del confort térmico.

b) Contrastación de la Hipótesis Específica 2 — Humedad relativa Interior

- **Ha2:** Las baldosas de estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* influyen en la humedad relativa interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.
- **H02:** Las baldosas de estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* no influyen en la humedad relativa interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.

Tabla 18 — Prueba de normalidad — Humedad relativa interior

Pruebas de normalidad							
Variable	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk			Normalidad
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
HUMEDAD % SIN baldosa	0.195	24	0.019	0.872	24	0.006	No normal
HUMEDAD % CON baldosa	0.113	24	0.200	0.969	24	0.636	Normal
FUENTE: Elaboración propia.							

Al igual que en la variable de temperatura, los datos de humedad relativa de la vivienda sin baldosa no siguen una distribución normal ($p = 0.019$ y $p = 0.006$, respectivamente), por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney.

Tabla 19 — Prueba de U de Mann-Whitney — Humedad relativa interior

Prueba de U de Mann-Whitney				
Variable	Tratamiento	N	Rango promedio	Suma de rangos
HUMEDAD %	0,00 (Sin baldosa)	24	28.60	686.50
	1,00 (Con baldosa)	24	20.40	489.50
Total		48		
FUENTE: Elaboración propia				

Tabla 20 — Estadísticos de prueba — Humedad relativa interior

Estadísticos de prueba	
Estadístico	Valor
U de Mann-Whitney	189.500
W de Wilcoxon	489.500
Z	-2.035
Sig. asintótica(bilateral)	0.042
FUENTE: Elaboración propia.	

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney indican que existe una diferencia estadísticamente significativa en la humedad relativa interior entre la vivienda sin baldosa y la vivienda con baldosa ($U = 189.500$, $Z = -2.035$, $p = 0.042$). Dado que $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa. El signo negativo del estadístico Z confirma que la humedad es mayor en la vivienda sin baldosa.

De la contrastación realizada se concluye que se acepta la hipótesis alternativa (H_a) y se rechaza la hipótesis nula (H_0). En consecuencia, las baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* influyen significativamente en la humedad relativa interior de las viviendas de adobe del distrito de Huanipaca, reduciendo los niveles de humedad y contribuyendo a un ambiente interior más saludable y con mejor confort higrotérmico.

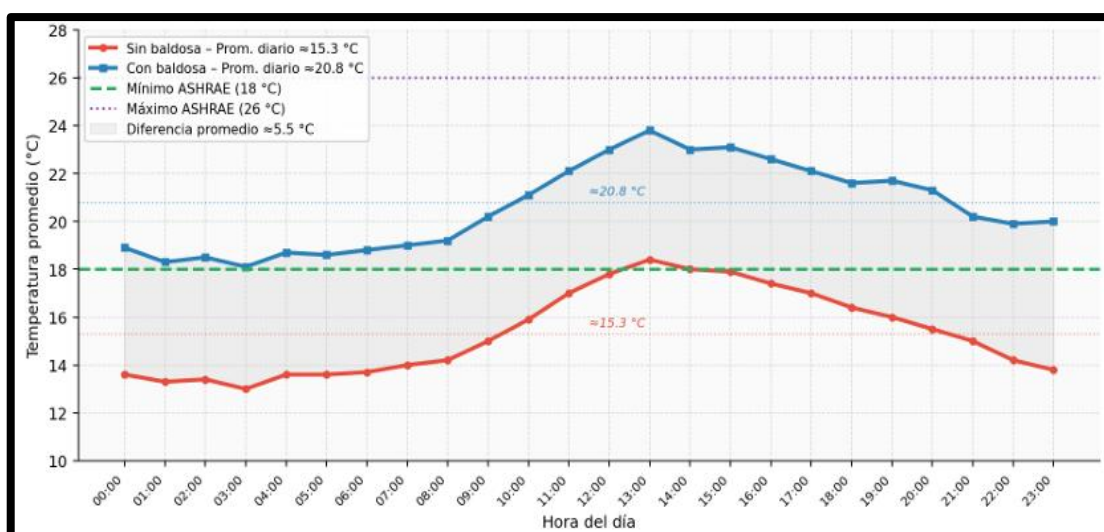
c) Contrastación de la Hipótesis General — Confort Térmico

- **Ha:** Las baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* influyen en el confort térmico de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.
- **H0:** Las baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* no influyen en el confort térmico de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024.

Habiéndose demostrado mediante pruebas estadísticas no paramétricas (U de Mann-Whitney) que las baldosas influyen significativamente tanto en la

temperatura interior ($p = 0.000$) como en la humedad relativa interior ($p = 0.042$) de las viviendas de adobe, y considerando que el confort térmico es una variable multidimensional que integra ambos indicadores, se concluye que existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula general.

De la contrastación realizada se concluye que se acepta la hipótesis alternativa (H_a) y se rechaza la hipótesis nula (H_0). En consecuencia, las baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* influyen significativamente en el confort térmico de las viviendas de adobe del distrito de Huanipaca, 2024, al mejorar simultáneamente la temperatura interior y reducir la humedad relativa interior, generando condiciones higrotérmicas más adecuadas para la ocupación humana.



FUENTE: Elaboración propia.

Figura 10 — Temperatura promedio comparativa de vivienda con y sin baldosa

5.3 Discusión

- **Discusión sobre la influencia de las baldosas en la temperatura interior**

Los resultados obtenidos evidencian que las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* influyeron significativamente en la temperatura interior de las viviendas de adobe, incrementando la temperatura promedio de 15.3 °C a 20.8 °C, con una diferencia superior a 5 °C y significancia estadística ($p = 0.000$). Asimismo, la vivienda con baldosa mantuvo temperaturas dentro del rango de confort térmico recomendado por ASHRAE (2020), mientras que la vivienda sin baldosa registró valores inferiores durante gran parte del periodo evaluado.

Estos resultados coinciden con Quispe Pérez (2023), quien reportó incrementos de temperatura mediante revestimientos elaborados con materiales naturales, así como con Peralta Quispe (2022), quien destacó las propiedades aislantes de la lana de *Ovis aries* en edificaciones altoandinas. Del mismo modo, Vega Romero (2021) señala que el estiércol de *Bos taurus* contribuye a mejorar el comportamiento térmico de materiales constructivos basados en tierra.

Asimismo, los hallazgos concuerdan con Jové-Sandoval et al. (2024), quienes demostraron que la incorporación de fibras naturales en materiales de tierra mejora el aislamiento térmico y reduce la transferencia de calor. En conjunto, la evidencia obtenida permite afirmar que las baldosas evaluadas presentan potencial como alternativa de acondicionamiento térmico pasivo para viviendas de adobe ubicadas en zonas rurales altoandinas, contribuyendo al mejoramiento de las condiciones térmicas interiores observados en el contexto evaluado.

- **Discusión sobre la influencia de las baldosas en la humedad relativa interior**

Los resultados muestran que las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* influyeron significativamente en la reducción de la humedad relativa interior ($p = 0.042$). La vivienda con baldosa presentó menores niveles de humedad y una menor amplitud higrométrica en comparación con la vivienda sin baldosa, reduciendo además el tiempo de exposición a valores superiores al 70 %, condición asociada a problemas de habitabilidad y confort.

Estos resultados son consistentes con Mendoza Ruiz y Quiroz Siccha (2021), quienes señalaron que el deterioro de los muros de adobe favorece la acumulación de humedad y afecta negativamente las condiciones interiores de las viviendas. Asimismo, Bamogo et al. (2020) demostraron que la incorporación de estiércol bovino en materiales de tierra mejora la resistencia frente a la humedad y reduce los efectos del deterioro ocasionado por el agua.

De igual manera, Sharma y Sharma (2024) identificaron que la humedad relativa constituye un factor determinante en el confort térmico de viviendas vernáculas. En ese sentido, la reducción observada en la presente investigación sugiere que las baldosas contribuyen a generar ambientes interiores más estables y favorables para la habitabilidad en viviendas de adobe.



- **Discusión sobre la influencia de las baldosas en el confort térmico**

La integración de los resultados de temperatura y humedad relativa demuestra que las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* influyeron favorablemente en el confort térmico de las viviendas evaluadas. La temperatura interior aumentó en más de 5 °C, mientras que la humedad relativa disminuyó aproximadamente 5 puntos porcentuales, generando condiciones higrotérmicas más adecuadas para los ocupantes.

Estos resultados complementan los hallazgos de Moreto Huaman (2023), quien identificó una relación directa entre las características constructivas de las viviendas altoandinas y las condiciones de confort térmico interior. Asimismo, coinciden con los aportes de Vega Romero (2021), Peralta Quispe (2022) y Valenzuela Barreto (2023), quienes destacan el potencial de materiales naturales como el estiércol bovino y la lana ovina para mejorar el desempeño térmico de edificaciones de tierra.

Desde una perspectiva normativa, los resultados obtenidos son coherentes con el enfoque bioclimático promovido por la Norma Técnica EM.110 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016) y con los criterios de confort térmico establecidos por ASHRAE (2020). En conjunto, estos lineamientos promueven la implementación de estrategias pasivas que contribuyan a mejorar las condiciones ambientales interiores y el bienestar de los ocupantes. En consecuencia, las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* representan una alternativa sostenible y técnicamente viable para contribuir al mejoramiento del confort térmico en viviendas rurales de adobe ubicadas en zonas altoandinas con características climáticas similares.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- **Respecto a la influencia de las baldosas en la temperatura interior**

Se concluye, en relación con el objetivo específico 1, que las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* influyeron significativamente en la temperatura interior de las viviendas de adobe del distrito de Huanipaca. La vivienda con baldosa registró una temperatura interior promedio diaria de 20.8 °C, superior en más de 5 °C al promedio de 15.3 °C registrado en la vivienda sin baldosa, diferencia estadísticamente significativa según la prueba U de Mann-Whitney ($U = 2.000$; $Z = -5.899$; $p = 0.000$). Asimismo, la vivienda con baldosa mantuvo temperaturas iguales o superiores a 18 °C durante el ciclo de 24 horas, en concordancia con los rangos de confort establecidos por ASHRAE (2020) y con el enfoque bioclimático de la Norma Técnica EM.110 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

En consecuencia, las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* contribuyen al mejoramiento de las condiciones térmicas interiores de las viviendas de adobe evaluadas, constituyendo una estrategia pasiva con potencial para favorecer el confort térmico en zonas rurales altoandinas con características climáticas similares.

- **Respecto a la influencia de las baldosas en la humedad relativa interior**

Se concluye, en relación con el objetivo específico 2, que las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* influyeron significativamente en la reducción de la humedad relativa interior de las viviendas de adobe del distrito de Huanipaca. La vivienda sin baldosa registró niveles de humedad entre 56 % y 81 %, con un promedio diario de 69 %, superando el umbral del 70 % durante aproximadamente 12 horas continuas. Por su parte, la vivienda con baldosa mantuvo valores entre 54 % y 74 %, con un promedio diario de 64 %, superando el 70 % únicamente durante 2 horas. Esta diferencia fue estadísticamente significativa según



la prueba U de Mann-Whitney ($U = 189.500$; $Z = -2.035$; $p = 0.042$), en concordancia con el enfoque bioclimático de la Norma Técnica EM.110 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016) y los rangos de referencia establecidos por ASHRAE (2020).

En consecuencia, las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* contribuyen al mejoramiento de las condiciones higrométricas interiores de las viviendas de adobe evaluadas, favoreciendo niveles de humedad más estables y próximos a los rangos recomendados para ambientes habitables, lo que contribuye al confort térmico interior y a la habitabilidad de las viviendas.

- **Respecto a la influencia de las baldosas en el confort térmico**

Se concluye, en relación con el objetivo general, que las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* influyeron significativamente en el confort térmico de las viviendas de adobe evaluadas. La temperatura interior se incrementó en más de 5 °C (de 15.3 °C a 20.8 °C) y la humedad relativa interior disminuyó aproximadamente 5 puntos porcentuales (de 69 % a 64 %), reduciéndose además de 12 a 2 horas el periodo en el que la humedad relativa superó el 70 %. Como resultado, la vivienda con baldosa alcanzó condiciones higrotérmicas interiores acordes con los rangos de referencia establecidos por ASHRAE (2020) y con el enfoque bioclimático promovido por la Norma Técnica EM.110 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

En consecuencia, las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* contribuyen al mejoramiento del confort térmico interior de las viviendas de adobe evaluadas, al incrementar la temperatura interior y reducir la humedad relativa, constituyendo una estrategia pasiva sostenible y técnicamente viable para favorecer condiciones de habitabilidad más adecuadas en viviendas rurales altoandinas con características climáticas similares.

6.2 Recomendaciones

- **En relación con la temperatura interior:**

Se recomienda que futuras investigaciones, desarrolladas por ingenieros civiles especializados en construcción sostenible, materiales de tierra y confort térmico, evalúen el comportamiento térmico de las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos*



taurus y lana de *Ovis aries* durante periodos de monitoreo más prolongados y en diferentes estaciones del año. Esta investigación se limitó a un periodo continuo de medición de 24 horas, por lo que no fue posible analizar las variaciones térmicas asociadas a los cambios estacionales. Estos estudios permitirán ampliar la evidencia científica sobre la capacidad de las baldosas para conservar el calor y mejorar el confort térmico en viviendas de adobe ubicadas en zonas altoandinas.

Asimismo, se recomienda que futuras investigaciones evalúen la influencia de diferentes proporciones de estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* en las propiedades térmicas de las baldosas, debido a que la presente investigación se centró únicamente en una dosificación específica. Estos estudios permitirán identificar la composición óptima del material y contribuir al desarrollo de soluciones constructivas con mayor eficiencia térmica.

- **En relación con la humedad relativa interior:**

Se recomienda que futuras investigaciones, desarrolladas por especialistas en edificaciones de tierra, materiales naturales y confort higrotérmico, analicen el comportamiento de las baldosas frente a diferentes condiciones ambientales de humedad y precipitación. La presente investigación no evaluó la influencia de factores climáticos estacionales ni periodos prolongados de lluvia sobre el desempeño higrométrico de las baldosas. Estos estudios permitirán determinar con mayor precisión su capacidad para regular la humedad relativa interior en viviendas de adobe.

Asimismo, se recomienda investigar la relación entre las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* y otros indicadores de calidad ambiental interior, tales como la condensación superficial, la aparición de moho y la durabilidad de los muros de adobe. Estos aspectos no fueron abordados en la presente investigación y su estudio contribuirá a comprender de manera integral los beneficios de este tipo de revestimiento natural.

- **En relación con el confort térmico:**

Se recomienda que futuras investigaciones evalúen la aplicación de las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* en diferentes tipologías de viviendas de adobe y en otras localidades altoandinas con características climáticas similares. La presente investigación se desarrolló en un contexto específico del distrito

de Huanipaca, por lo que resulta necesario ampliar el ámbito de estudio para verificar la reproducibilidad de los resultados obtenidos. Estos estudios permitirán fortalecer la evidencia científica sobre la contribución de las baldosas al confort térmico en viviendas rurales.

Finalmente, se recomienda que investigadores y especialistas en construcción sostenible desarrollen estudios complementarios orientados a evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de la producción e implementación de estas baldosas a mayor escala. La presente investigación se enfocó únicamente en la evaluación del comportamiento térmico e higrométrico, por lo que no abordó aspectos relacionados con costos, disponibilidad de materiales, sostenibilidad ni potencial de aplicación en programas de vivienda rural. El análisis de estos aspectos permitirá establecer criterios técnicos para una posible implementación futura de esta tecnología constructiva.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKEN, L. R. 1985. Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*. vol. 45, n.º 1, pp. 131-142 [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>

ALBANELL, E.; PLAIXATS, J. y CABRERO, T. 1988. Composición química del estiércol de vaca fresco y maduro durante el vermicompostaje. En: *Congreso de Biología Ambiental = Ingurune-Biologiari buruzko Biltzarra: actas del congreso (II Congreso Mundial Vasco)*. Bilbao: Gobierno Vasco; Universidad del País Vasco, pp. 247-252 [en línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1254726>

ÁLVAREZ ROMERO, J. y MEDELLÍN, R. 2005. *Bos taurus*. En: *Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales* [en línea]. México D. F.: Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <https://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Bostaurus00.pdf>

ARIAS CHÁVEZ, D. y CANGALAYA SEVILLANO, L. 2023. *Manual del tesista, principios metodológicos para escribir una tesis* [en línea]. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Disponible en: https://www.sancristoballibros.com/libro/manual-del-tesista_94614

ARIAS, F. 2012. *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. 6.ª ed. Caracas: Editorial Episteme.

ARIAS, J.; HOLGADO, J.; TAFUR, T. y VÁSQUEZ, M. 2022. *Metodología de la investigación: el método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis* [en línea]. Lima, Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. Disponible en: <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/book/22>

ASHRAE. 2020. *ANSI/ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

BAHOBAI, M. A. 2012. The mud additives and their effect on thermal conductivity of adobe bricks [en línea]. *Journal of Engineering Sciences*. vol. 40, n.º 1, pp. 21-34. Disponible en: https://jesaun.journals.ekb.eg/article_112711_583c58f2d6b4e9d023d14d3b16d86873.pdf



BAMOGO, H.; OUEDRAOGO, M.; SANOU, I.; OUEDRAOGO, K. A. J.; AUBERT, J.-É. y MILLOGO, Y. 2020. Improvement of water resistance and thermal comfort of earth renders by cow dung: an ancestral practice of Burkina Faso [en línea]. *Journal of Cultural Heritage*. vol. 46, pp. 42-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.04.009>

BASSOUD, A.; KHELAFI, H. y MOKHTARI, A. 2021. Evaluation of summer thermal comfort in arid desert areas: case study of an old adobe building in Adrar (South of Algeria) [en línea]. *Building and Environment*. vol. 205, art. 108140. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108140>

CANALES, W. 2018. *Confort térmico en las edificaciones de las aldeas infantiles de la provincia de Huancayo según la Norma EM-110 del R.N.E. 2017* [en línea]. Tesis de pregrado. Huancayo, Perú: Universidad Peruana Los Andes. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1857>

CAYAMBE, E. 2023. *Caracterización física de lana de los ovinos producidos en el cantón Colta* [en línea]. Tesis de pregrado. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21155>

CELADES, I. 2013. *Caracterización física, química, mineralógica y morfológica del material particulado emitido por focos canalizados de la industria de baldosas y fritas cerámicas*. Castellón: Universitat Jaume I.

CENEPRED. 2022. *Escenarios de riesgo por bajas temperaturas del departamento de Apurímac* [en línea]. Lima, Perú: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Disponible en: https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14574_escenario-de-riesgo-por-bajas-temperaturas-del-departamento-de-apurimac.pdf

CHING, F. D. K. 2015. *Diccionario visual de arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili.

CONCYTEC. 2019. *Código Nacional de la Integridad Científica* [en línea]. Lima, Perú: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12390/2193>

ELVIRA, M. G. 2009. De qué está hecha la lana y principales características textiles. *Carpeta Técnica, Ganadería* [en línea]. n.º 33. Chubut, Argentina: EEA INTA Esquel. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/11-lana.pdf



ESCURRA, L. M. 1988. Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. *Revista de Psicología de la PUCP*. vol. 6, n.º 1-2, pp. 103-111 [en línea]. Disponible en: <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/psicologia/article/view/4555>

ESPINOSA, A. y CARRILLO, M. 2021. Características de la pobreza energética en México: un enfoque desagregado. *Revista legislativa de estudios sociales y de opinión pública* [en línea]. vol. 14, n.º 30, pp. 77-116. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7992835>

FANGER, P. O. 1970. *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*. Copenhagen: Danish Technical Press.

GARCÍA, M. 2024. Julio Díaz, investigador: “Las muertes por altas temperaturas se producen por el agravamiento de enfermedades no por olas de calor”. *Infobae* [en línea]. Disponible en: <https://www.infobae.com/espana/2024/08/10/julio-diaz-investigador-las-muertes-por-altas-temperaturas-se-producen-por-el-agravamiento-de-enfermedades-no-por-golpes-de-calor/>

GARCÍA-LEÓN, D.; MASSELOT, P.; MISTRY, M. N.; GASSPARINI, A.; MOTTA, C.; FEYEN, L. y CISCAR, J. C. 2024. Temperature-related mortality burden and projected change in 1368 European regions: a modelling study [en línea]. *The Lancet Public Health*. vol. 9, n.º 9, pp. e644-e653. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(24\)00179-8](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(24)00179-8)

GONZALES, M. 2024. OPS advierte sobre el aumento de casos con enfermedades respiratorias con la llegada del frío. *Infobae* [en línea]. Disponible en: <https://www.infobae.com/peru/2024/06/05/ops-advierte-sobre-el-aumento-de-casos-con-enfermedades-respiratorias-en-lima-con-la-llegada-del-frio/>

GUTIÉRREZ, R. y GALLEGOS, D. 2015. Construcción sustentable: análisis del retraso térmico en bloques de tierra comprimida [en línea]. *Contexto*. vol. 9, n.º 11, pp. 59-71. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/8393/>

HEATHCOTE, K. 2011. The thermal performance of earth buildings. *Informes de la Construcción*. vol. 63, n.º 523, pp. 117-126 [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3989/ic.10.024>

HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C. 2018. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw Hill Education.



HICK, M. V. H.; FRANK, E. N.; PRIETO, A. y CASTILLO, M. F. 2019. Características de la lana de la oveja Criolla. *Documento Interno SUPPRAD* [en línea]. n.º 8. Córdoba, Argentina: Universidad Católica de Córdoba. Disponible en: <https://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/1715>

HOBICA, M. E.; SOSA, M. E. y ROSALES, L. 2000. Influencia de los componentes constructivos en la temperatura del aire interior de viviendas [en línea]. *Interciencia*. vol. 25, n.º 3, pp. 136-142. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33904503.pdf>

HOLGUINO HUARZA, A.; OLIVERA MAROCHO, L. y ESCOBAR COPA, K. U. 2018. Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los Andes del Perú [en línea]. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. vol. 20, n.º 3, pp. 289-300. Disponible en: <https://doi.org/10.18271/ria.2018.393>

ICONTEC. 2004. NTC 4992:2004. *Losetas de concreto para pavimentos*. Colombia: ICONTEC.

IGLESIAS, L. 1994. *El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Hojas divulgadoras [en línea]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf

INEI. 2017. *Más del 30% de la población que vive en zonas afectadas por heladas está en edad vulnerable* [en línea]. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Disponible en: <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/mas-del-30-de-la-poblacion-que-vive-en-zonas-afectadas-por-heladas-esta-en-edad-vulnerable-9208/>

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 2001. NCh 2599.Of2001: *Baldosas cerámicas – Definiciones, clasificación, características, usos y mercado*. Santiago de Chile: INN.

ISGLOBAL. 2020. *En España las altas temperaturas ya son más letales que el frío para las personas con enfermedades respiratorias* [en línea]. Barcelona: Instituto de Salud Global Barcelona. Disponible en: <https://www.isglobal.org/-/en-espana-las-altas-temperaturas-ya-son-mas-letales-que-el-frio-para-las-personas-con-enfermedades-respiratorias>

IVANOV, A. 2022. Retos culturales en el desarrollo del azulejo y el camino hacia Europa. *Revista Notas Históricas y Geográficas* [en línea]. n.º 28, pp. 390-411. Disponible en: <https://www.revistanotashistoricasygeograficas.cl/index.php/nhyg/article/view/410/464>



JAUREGUI, J.; ÁVILA, M. y TOVAR, R. 2020. Cambios en la mortalidad por eventos climáticos extremos en México entre el 2000 y 2015 [en línea]. *REDER*. vol. 4, pp. 80-94. Disponible en: <https://doi.org/10.55467/reder.v4i1.43>

JOVÉ-SANDOVAL, F.; GARCÍA-BAÑOS, E. M. y BARBERO-BARRERA, M. M. 2024. Characterisation and thermal improvement of adobe walls from earth-straw lightweight panels [en línea]. *MRS Advances*. vol. 9, n.º 2, pp. 71-77. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1557/s43580-023-00630-1>

KORJENIC, A.; PETRÁNEK, V.; ZACH, J. y HROUDOVÁ, J. 2011. Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of renewable resources [en línea]. *Energy and Buildings*. vol. 43, n.º 9, pp. 2518-2523. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.06.012>

MANN, H. B. y WHITNEY, D. R. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics* [en línea]. vol. 18, n.º 1, pp. 50-60. Disponible en: <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491>

MENDOZA RUIZ, Y. y QUIROZ SICCHA, L. M. 2021. *El adobe como sistema constructivo para el confort térmico de las viviendas del Sector 4 en Huamachuco, 2021* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67496>

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. 2016. *Norma Técnica EM.110: Confort térmico y lumínico con eficiencia energética*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. 2017. *Norma Técnica E.080: Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Aprobada mediante Resolución Ministerial N.º 121-2017-VIVIENDA. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

MINKE, G. 2011. *Manual de construcción en tierra: la tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual* [en línea]. Kassel, Alemania: Kassel University. Disponible en: https://d1.capsf.ar/wp-content/uploads/sites/3/2021/10/Manual_de_construccion_en_tierra_-_Gernot_Minke_-1.pdf



MIRANDA SOLIER, H. 2022. *Incorporación de fibras de botellas de plástico reciclado para mejorar las propiedades del adobe tradicional en el anexo Mayobamba – Ayacucho, 2021* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91376>

MORETO HUAMAN, L. M. 2023. *Análisis del confort térmico en las viviendas altoandinas del Centro Poblado Altos de Poclus – Frías, 2023* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/125478>

NAVARRO, J. E. E. 1994. Requisitos técnicos de baldosas cerámicas para usos concretos [en línea]. Ponencia presentada en *QUALICER 94*. Castellón, España: Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE). Disponible en: <https://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/9411060s.pdf>

ÑAUPAS PAITÁN, H.; VALDIVIA DUEÑAS, M.; PALACIOS VILELA, J. y ROMERO DELGADO, H. 2018. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5.ª ed. Bogotá: Ediciones de la U.

PERALTA QUISPE, E. 2022. *Lana de ovino como aislante térmico en proyectos de acondicionamiento de las instituciones educativas altoandinas de Ayacucho, 2021* [en línea]. Tesis de pregrado. Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Disponible en: <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/081f6a2d-048a-4887-94f4-4ae81be96f15>

PORTUGUEZ VINCES, M. H. y CALDERÓN TRUJILLO, B. A. 2021. *Propuesta de reforzamiento con lana de oveja en las unidades de adobe y ferrocemento en los muros para mejorar las propiedades mecánicas de las viviendas sísmicamente vulnerables del distrito de La Esperanza – Trujillo* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658551>

QUISPE PÉREZ, N. 2023. *Adición de aserrín en mortero en la evaluación térmica y trabajabilidad para revestimiento interno de viviendas en temperaturas bajas, 2022* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107388>



RAMÍREZ, L. C. 1999. Azulejos y evangelización en Lima colonial. *Historia y Cultura* [en línea]. n.º 23, pp. 177-215. Disponible en: <https://revistas.cultura.gob.pe/index.php/historiaycultura/article/view/401>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 2001. Lana. En: *Diccionario de la lengua española* [en línea]. Madrid: Real Academia Española. Disponible en: <https://www.rae.es/drae2001/lana>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 2018. Baldosa. En: *Diccionario histórico de la lengua española* [en línea]. Madrid: Real Academia Española. Disponible en: <https://www.rae.es/dhle/baldosa>

ROJAS, M. 2024. Muertes por ola de frío en Arequipa: niños y adultos mayores mueren ante heladas y enfermedades derivadas del frío. *Infobae* [en línea]. Disponible en: <https://www.infobae.com/peru/2024/07/19/muertes-por-ola-de-frio-en-arequipa-ninos-y-adultos-mayores-mueren-ante-heladas-y-enfermedades-derivadas-del-frio/>

ROJAS, M.; FERNÁNDEZ, L.; ZAMBRANO, L. y PAREDES, A. 2022. Análisis de la vivienda rural utilizando el confort térmico como medida de habitabilidad [en línea]. *CienciAmérica*. vol. 11, n.º 2, pp. 124-138. Disponible en: <https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/399>

ROMERO, M.; AGUIRRE, D.; QUESADA, A.; ABRIL, A. y GARCÍA, J. 2016. ¿Lana o metal? Una propuesta de aprendizaje por indagación para el estudio de las propiedades térmicas de materiales comunes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* [en línea]. vol. 15, n.º 2, pp. 297-311. Disponible en: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_2_7_ex1017.pdf

ROMERO, V. y CALLASI, C. 2017. *Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto* [en línea]. Tesis de pregrado. Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/item/53a8a930-9ecb-4266-b7e4-dc45776b5867>

SEREBE, Y. A. A.; OUEDRAOGO, M.; SERE, A. D.; SANOU, I.; ZAGRE, W.-K. J. E.; AUBERT, J.-E.; GOMINA, M. y MILLOGO, Y. 2024. Optimization of kenaf fiber content for the improvement of the thermophysical and mechanical properties of adobes. *Construction and Building Materials* [en línea]. vol. 431, art. 136469. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136469>



SHAPIRO, S. S. y WILK, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* [en línea]. vol. 52, n.º 3-4, pp. 591-611. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/2333709>

SHARMA, R. y SHARMA, V. 2024. Thermal performance study of traditional slate roofed mud houses in the sub-tropical submontane and low hills of Himachal Pradesh [en línea]. *Visions for Sustainability*. n.º 21, pp. 431-459. Disponible en: <https://doi.org/10.13135/2384-8677/8940>

SURI, H. 2011. Purposeful sampling in qualitative research synthesis. *Qualitative Research Journal*. vol. 11, n.º 2, pp. 63-75 [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3316/QRJ1102063>

TAIPE CACHUAN, M. J. y YARANGA TAIPE, N. E. 2023. *Propuesta de elaboración de adobe incorporando ichu y lana de oveja para mejorar el confort térmico y las propiedades físico-mecánicas ante las heladas en Acoria-Huancavelica* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670328>

TIRIRA, D. G. 2021. Oveja (*Ovis aries*) [en línea]. En: *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador*. 3.ª ed. Quito: Asociación Ecuatoriana de Mastozoología; Fundación Mamíferos y Conservación; Pontificia Universidad Católica del Ecuador; Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador. Disponible en: <https://bioweb.bio/faunaweb/mamiferoslibrorojo/FichaEspecie/Ovis%20aries/%5BToda%20la%20poblaci%C3%B3n%20del%20Ecuador%5D>

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC. 2018. *Código de ética para la investigación*. Abancay, Perú: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

VALDIVIEZO, G. 2016. *Análisis técnico del comportamiento a compresión de concretos fabricados con fibra proteica (lana de borrego) y fibra celular (algodón) como una alternativa sostenible de aprovechamiento de recursos* [en línea]. Tesis de pregrado. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23921>

VALENZUELA BARRETO, J. 2023. *Influencia de la adición de cal y lana de oveja en las propiedades mecánicas del adobe, Apurímac 2022* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú:



Universidad César Vallejo. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/147113>

VAN LEMMEN, H. 2008. Azulejos de Egipto y Persia hasta el Barroco. En: PÉREZ CAMPS, Josep y ESTALL I POLES, Vicent Joan (coords.). *El azulejo, evolución técnica: del taller a la fábrica: actas del XI Congreso Anual de la Asociación de Ceramología celebrado en el Museo del Azulejo “Manolo Safont” de Onda, del 7 al 9 de diciembre de 2006*. España: Asociación de Ceramología, pp. 11-25.

VEGA ROMERO, L. 2021. *Estabilización del adobe con estiércol de vaca para mejorar el comportamiento mecánico y termodinámico del barro Jecuan, Huaral* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76934>

WADEL, G. 2011. Aislamientos térmicos renovables y reciclado de lana de oveja y algodón. Un aporte a la construcción sostenible. *Cercha: Revista de los Aparejadores y Arquitectos Técnicos* [en línea]. n.º 107, pp. 66-71. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3428633>

WALPOLE, R. E.; MYERS, R. H.; MYERS, S. L. y YE, K. 2012. *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. 9.ª ed. México: Pearson Educación.

WANG, Y.; DONG, Q.; GUO, H.; YIN, L.; GAO, W.; YAO, W. y SUN, L. 2023. Indoor thermal comfort evaluation of traditional dwellings in cold region of China: A case study in Guangfu Ancient City [en línea]. *Energy and Buildings*. vol. 288, art. 113028. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113028>



ANEXOS



Anexo A

Tabla 21 — Matriz de consistencia

TÍTULO: Influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en el confort térmico de viviendas de Adobe, distrito de Huanipaca 2024.						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente Baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i>	Composición del material Espesor de la baldosa	Porcentaje de estiércol de <i>Bos taurus</i> (%) - Porcentaje de lana de <i>Ovis aries</i> (%) - Espesor de la baldosa (mm)	Enfoque: Cuantitativo Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Explicativa Diseño: Experimental Población: 2 viviendas de adobe (N=2) Muestra: 2 viviendas de adobe (Censo) Muestreo: No Probabilístico por criterio o intencional
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas				
¿Cuál es la influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en la temperatura interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024?	Determinar la influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en la temperatura interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024	Las baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> influyen en la temperatura interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024				
¿Cuál es la influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en la humedad relativa interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024?	Determinar la influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en la humedad relativa interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024	Las baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> influyen en la humedad relativa interior de viviendas de adobe en el distrito de Huanipaca, 2024				
			Variable dependiente Confort térmico	Temperatura interior Humedad relativa interior	Temperatura mínima interior (°C) - Temperatura máxima interior (°C) - Temperatura promedio interior (°C) - Humedad relativa interior mínima (%) - Humedad relativa interior máxima (%) - Humedad relativa interior promedio (%)	Técnica: Observación directa Instrumento: Ficha de observación Análisis: Estadística descriptiva e inferencial

Instrumento de recolección de datos

[illegible]

Figura 11 — Formato Ficha de recolección de datos 1 de 2



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE

DISTRITO DE HUANIPACA – 2024



Esta ficha tiene como objetivo recolectar información del confort térmico en viviendas de adobe del distrito de Huanipaca 2024. La información es con fines académicos y están alineados a los objetivos de investigación.

Título:	
Nombre:	
Fecha:	
Muestra:	

Objetivo General	
-------------------------	--

VIVIENDA CON BALDOSAS				
Hora	Temperatura °C		Humedad relativa interior %	Observaciones
	IN	OUT		

Observaciones Generales:	
---------------------------------	--

Figura 12 — Formato Ficha de recolección de datos 2 de 2



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE

DISTRITO DE HUANIPACA – 2024



Esta ficha tiene como objetivo recolectar información del confort térmico en viviendas de adobe del distrito de Huanipaca 2024. La información es con fines académicos y están alineados a los objetivos de investigación.

Título:	Influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en el confort térmico de viviendas de Adobe, distrito de Huanipaca 2024
Nombre:	Joel Bolaños Huillcahua
Fecha:	24/07/2025
Muestra:	Vivienda sin baldosas

Objetivo General

Determinar la influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de Adobe en el distrito de Huanipaca 2024

VIVIENDA SIN BALDOSAS				
Hora	Temperatura °C		Humedad relativa interior %	Observaciones
	IN	OUT		
00:00	13.8	13.3	56	
01:00	13.6	12.9	57	
02:00	13.7	13.1	57	
03:00	13.2	12.8	58	
04:00	13.9	13.2	60	
05:00	13.8	13.3	61	
06:00	13.9	13.5	62	
07:00	14.2	13.7	68	
08:00	14.4	13.9	74	
09:00	15.0	14.9	77	
10:00	15.7	16.1	77	
11:00	16.4	17.5	78	
12:00	17.0	18.6	80	
13:00	17.4	19.4	81	
14:00	17.1	18.9	79	
15:00	17.2	18.6	78	
16:00	16.7	18.1	77	
17:00	16.3	17.7	77	
18:00	16.2	16.6	74	
19:00	15.8	16.1	71	
20:00	15.6	15.4	68	
21:00	15.1	14.9	63	
22:00	14.4	13.9	60	
23:00	14.2	13.4	58	

Observaciones Generales:

Figura 13 — Ficha de recolección de datos en vivienda sin baldosas



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE

DISTRITO DE HUANIPACA – 2024



Esta ficha tiene como objetivo recolectar información del confort térmico en viviendas de adobe del distrito de Huanipaca 2024. La información es con fines académicos y están alineados a los objetivos de investigación.

Título:	Influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en el confort térmico de viviendas de Adobe, distrito de Huanipaca 2024
Nombre:	Joel Bolaños Huillcahua
Fecha:	24/07/2025
Muestra:	Vivienda con baldosas

Objetivo General

Determinar la influencia de baldosas de estiércol de *Bos taurus* con lana de *Ovis aries* en el confort térmico de viviendas de Adobe en el distrito de Huanipaca 2024

VIVIENDA CON BALDOSAS				
Hora	Temperatura °C		Humedad relativa interior %	Observaciones
	IN	OUT		
00:00	18.9	18.8	56	
01:00	18.7	17.9	55	
02:00	18.8	18.2	54	
03:00	18.3	17.9	56	
04:00	19.0	18.3	58	
05:00	18.8	18.4	59	
06:00	18.9	18.6	62	
07:00	19.3	18.7	61	
08:00	19.4	18.9	62	
09:00	20.2	20.1	63	
10:00	20.8	21.4	62	
11:00	21.4	22.7	64	
12:00	22.1	23.9	67	
13:00	22.4	25.1	66	
14:00	22.1	23.8	68	
15:00	22.2	23.9	71	
16:00	21.8	23.4	72	
17:00	21.4	22.8	68	
18:00	21.4	21.8	69	
19:00	21.9	21.5	67	
20:00	21.6	20.9	74	
21:00	20.2	20.1	68	
22:00	19.9	19.9	61	
23:00	20.1	19.8	59	

Observaciones Generales:

Figura 14 — Ficha de recolección de datos en vivienda con baldosas

Anexo C

Análisis comparativo de la viabilidad técnico-económica referencial de baldosas ecológicas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* frente a baldosas industriales, en el distrito de Huanipaca, Apurímac

ANÁLISIS DE COSTOS: BALDOSAS ECOLÓGICAS VS. BALDOSAS INDUSTRIALES

Con el propósito de evaluar la viabilidad técnico-económica referencial de las baldosas compuestas de estiércol bovino (*Bos taurus*) y lana ovina (*Ovis aries*), se realizó un análisis comparativo referencial de costos de producción por metro cuadrado frente a baldosas industriales comercializadas en el mercado.

Las baldosas ecológicas propuestas presentan las siguientes características:

- Uso de insumos locales disponibles en el distrito de Huanipaca.
- Producción artesanal in situ.
- Bajo requerimiento tecnológico.
- Menor costo referencial de producción.

En contraste, las baldosas industriales presentan:

- Producción en plantas industriales.
- Uso de maquinaria especializada.
- Costos asociados a transporte y distribución.
- Mayor costo comercial por metro cuadrado.

Se evidenció que las baldosas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* presentan un menor costo de producción debido al empleo de materiales locales de baja valorización comercial y procesos de fabricación artesanal. Por otro lado, las baldosas industriales presentan mayores costos debido a su proceso de fabricación mecanizado, cadena de distribución y transporte desde centros especializados de producción.

Costos referenciales de producción de la baldosa ecológica (por m²):

Concepto	Costo (S/.)
Estiércol de <i>Bos taurus</i> (8 kg)	0.00
Lana de <i>Ovis aries</i> (1/8 und)	0.38
Mano de obra artesanal (0.2 jornal)	5.00
Transporte local (0.1 viaje parcial)	1.50
Moldeado y secado (1 m ²)	1.20
Acabado superficial (1 m ²)	1.42
Costo total estimado	10.00

El estiércol de *Bos taurus* fue considerado como un recurso de disponibilidad local y de baja valorización económica en el distrito de Huanipaca, por lo que no se asignó un costo comercial directo. La lana ovina fue valorizada tomando como referencia el costo promedio de adquisición local del cuero ovino, estimándose el uso aproximado de un octavo por metro

Figura 15 — Análisis de costos entre baldosas ecológicas vs industriales 1 de 2

cuadrado de baldosa elaborada. Asimismo, se consideraron costos asociados a transporte local, mano de obra artesanal, moldeado, secado y acabado superficial para obtener un costo referencial total de producción de S/ 10.00 por metro cuadrado.

Comparación referencial con baldosas industriales:

Tipo de baldosa	Tipo de producción	Costo (S./m ²)
Baldosa ecológica (estiércol + lana)	Artesanal / local	10.00
Baldosa industrial económica	Industrial	20.00
Baldosa industrial comercial	Industrial	25.00 – 34.40

Los resultados evidencian que las baldosas ecológicas elaboradas con estiércol de *Bos taurus* y lana de *Ovis aries* presentan un menor costo referencial por metro cuadrado respecto a las baldosas industriales comerciales.

Esta diferencia económica se atribuye principalmente al uso de materiales locales disponibles en el entorno rural, al bajo requerimiento tecnológico y a la posibilidad de fabricación artesanal in situ, reduciendo costos de producción y transporte.

En contraste, las baldosas industriales requieren procesos de fabricación mecanizados, consumo energético, distribución comercial y transporte desde centros especializados de producción.

Comparación de características técnicas y económicas:

Aspecto	Baldosa ecológica	Baldosa industrial
Materia prima local	Sí	No necesariamente
Bajo costo	Sí	Moderado-alto
Fabricación artesanal	Sí	No
Requiere maquinaria industrial	No	Sí
Transporte externo	Bajo	Mayor
Compatibilidad con adobe	Alta	Variable
Impacto ambiental	Menor	Mayor
Aprovechamiento de residuos	Sí	No

Además del aporte térmico, la investigación evidencia una potencial viabilidad técnico-económica para viviendas rurales de adobe mediante el uso de materiales locales y procesos constructivos de baja complejidad.

Figura 16 — Análisis de costos entre baldosas ecológicas vs industriales 2 de 2

Anexo D

Validación instrumental por juicio de experto



FORMATO UNICO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO



1.- DATOS GENERALES

Título de la investigación	Influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en el confort térmico de viviendas de Adobe en el distrito de Huanipaca 2024
Investigador	Bach. Joel Bolaños Huillcahua
Nombre del instrumento	Ficha de registro de temperatura y humedad interior para la evaluación del confort térmico

2.- DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos	ALARCON CAMACHO ERICK	N° DNI:	31039703
Grado académico	DOCTOR EN GESTION PUBLICA Y GOBERNABILIDAD		
Cargo	DECANO DEL CIP- CONSEJO DEPARTAMENTAL APURIMAC		

3.- ASPECTOS DE VALIDACION

Marque con una (X) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere sobre el cuestionario

1	2	3	4	5
Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto

N°	CRITERIOS	INDICADORES	VALORACION				
			1	2	3	4	5
1	CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					X
2	OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					X
3	ACTUALIDAD	Acorde al avance de la ciencia y tecnología					X
4	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					X
5	INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de estudio					X
6	CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos y del tema de estudio					X
7	COHERENCIA	Respecto a los índices, indicadores, dimensiones y variables					X
8	METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de estudio					X
9	CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías					X
10	OPORTUNIDAD	El instrumento se ha aplicado en el momento adecuado					X
11	PERTINENCIA	El instrumento es útil en la investigación					X
12	ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas				X	

4.- POSTERIOR AL PROCEDIMIENTO DE REVISION DEL INSTRUMENTO

Se valida (X) No se valida ()

Abancay, 18 de NOVIEMBRE del 2024



Firma del experto

Figura 17 — Valoración de instrumento del experto N° 01



FORMATO UNICO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO



1.- DATOS GENERALES

Titulo de la investigacion	Influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en el confort térmico de viviendas de Adobe en el distrito de Huanipaca 2024
Investigador	Bach. Joel Bolaños Huillcahua
Nombre del instrumento	Ficha de registro de temperatura y humedad interior para la evaluación del confort térmico

2.- DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos	EDUAR ILASACA CAHUATA	N° DNI:	01288290
Grado académico	DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE - ING ESTADISTICO		
Cargo	DOCENTE		

3.- ASPECTOS DE VALIDACION

Marque con una (X) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere sobre el cuestionario

1	2	3	4	5
Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto

N°	CRITERIOS	INDICADORES	VALORACION				
			1	2	3	4	5
1	CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					X
2	OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables				X	
3	ACTUALIDAD	Acorde al avance de la ciencia y tecnología					X
4	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					X
5	INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de estudio					X
6	CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos y del tema de estudio					X
7	COHERENCIA	Respecto a los índices, indicadores, dimensiones y variables					X
8	METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de estudio					X
9	CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías					X
10	OPORTUNIDAD	El instrumento se ha aplicado en el momento adecuado				X	
11	PERTINENCIA	El instrumento es útil en la investigación					X
12	ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas					X

4.- POSTERIOR AL PROCEDIMIENTO DE REVISION DEL INSTRUMENTO

Se valida (X) No se valida ()

Abancay, 15 de NOVIEM. del 2024


 Dr. Eduar Ilasaca Cahuata
 DOCENTE

Firma del experto

Figura 18 — Valoración de instrumento del experto N° 02



FORMATO UNICO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO



1.- DATOS GENERALES

Título de la investigación	Influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en el confort térmico de viviendas de Adobe en el distrito de Huanipaca 2024
Investigador	Bach. Joel Bolaños Huilcahua
Nombre del instrumento	Ficha de registro de temperatura y humedad interior para la evaluación del confort térmico

2.- DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos	Carlos Alberto Gonzales Gutierrez	N° DNI:	01323426
Grado académico	Maestro en Dirección de la construcción		
Cargo	Docente EPIC-UNAP		

3.- ASPECTOS DE VALIDACION

Marque con una (X) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere sobre el cuestionario

1	2	3	4	5
Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto

N°	CRITERIOS	INDICADORES	VALORACION				
			1	2	3	4	5
1	CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					X
3	ACTUALIDAD	Acorde al avance de la ciencia y tecnología					X
4	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				X	
5	INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de estudio					X
6	CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos y del tema de estudio					X
7	COHERENCIA	Respecto a los índices, indicadores, dimensiones y variables					X
8	METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de estudio				X	
9	CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías					X
10	OPORTUNIDAD	El instrumento se ha aplicado en el momento adecuado					X
11	PERTINENCIA	El instrumento es útil en la investigación					X
12	ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas				X	

4.- POSTERIOR AL PROCEDIMIENTO DE REVISION DEL INSTRUMENTO

Se valida (X) No se valida ()

Abancay, 27 de Febrero del 2025




Carlos A. Gonzales Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 59891

Firma del experto

Figura 19 — Valoración de instrumento del experto N° 03




FORMATO UNICO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

1.- DATOS GENERALES

Titulo de la investigacion	Influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en el confort térmico de viviendas de Adobe en el distrito de Huanipaca 2024
Investigador	Bach. Joel Bolaños Huillcahua
Nombre del instrumento	Ficha de registro de temperatura y humedad interior para la evaluación del confort térmico

2.- DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos	Rómulo Gómez Nobrega	N° DNI:	31009566
Grado académico	Magister en Gestión Pública		
Cargo	Docente		

3.- ASPECTOS DE VALIDACION

Marque con una (X) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere sobre el cuestionario

1	2	3	4	5
Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto

N°	CRITERIOS	INDICADORES	VALORACION				
			1	2	3	4	5
1	CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					X
2	OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					X
3	ACTUALIDAD	Acorde al avance de la ciencia y tecnología					X
4	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					X
5	INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de estudio					X
6	CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos y del tema de estudio					X
7	COHERENCIA	Respecto a los índices, indicadores, dimensiones y variables					X
8	METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de estudio					X
9	CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías					X
10	OPORTUNIDAD	El instrumento se ha aplicado en el momento adecuado					X
11	PERTINENCIA	El instrumento es útil en la investigación					X
12	ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas				X	

4.- POSTERIOR AL PROCEDIMIENTO DE REVISION DEL INSTRUMENTO

Se valida (X) No se valida ()

Abancay, 19 de noviembre del 2024.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
SEABORUNAC
Mag. Rómulo Gómez Nobrega
DOCENTE

Firma del experto

Figura 20 — Valoración de instrumento del experto N° 04




FORMATO UNICO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

1.- DATOS GENERALES

Titulo de la investigacion	Influencia de baldosas de estiércol de <i>Bos taurus</i> con lana de <i>Ovis aries</i> en el confort térmico de viviendas de Adobe en el distrito de Huanipaca 2024
Investigador	Bach. Joel Bolaños Huilcahua
Nombre del instrumento	Ficha de registro de temperatura y humedad interior para la evaluación del confort térmico

2.- DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos	N° DNI:
Grado académico	
Cargo	

3.- ASPECTOS DE VALIDACION

Marque con una (X) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere sobre el cuestionario

1	2	3	4	5
Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto

N°	CRITERIOS	INDICADORES	VALORACION				
			1	2	3	4	5
1	CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					X
3	ACTUALIDAD	Acorde al avance de la ciencia y tecnología					X
4	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					X
5	INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de estudio					X
6	CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos y del tema de estudio					X
7	COHERENCIA	Respecto a los índices, indicadores, dimensiones y variables					X
8	METODOLOGIA	La estrategia responde al proposito de estudio				X	
9	CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías					X
10	OPORTUNIDAD	El instrumento se ha aplicado en el momento adecuado					X
11	PERTINENCIA	El instrumento es útil en la investigación					X
12	ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas				X	

4.- POSTERIOR AL PROCEDIMIENTO DE REVISION DEL INSTRUMENTO

Se valida ☒ No se valida ☐

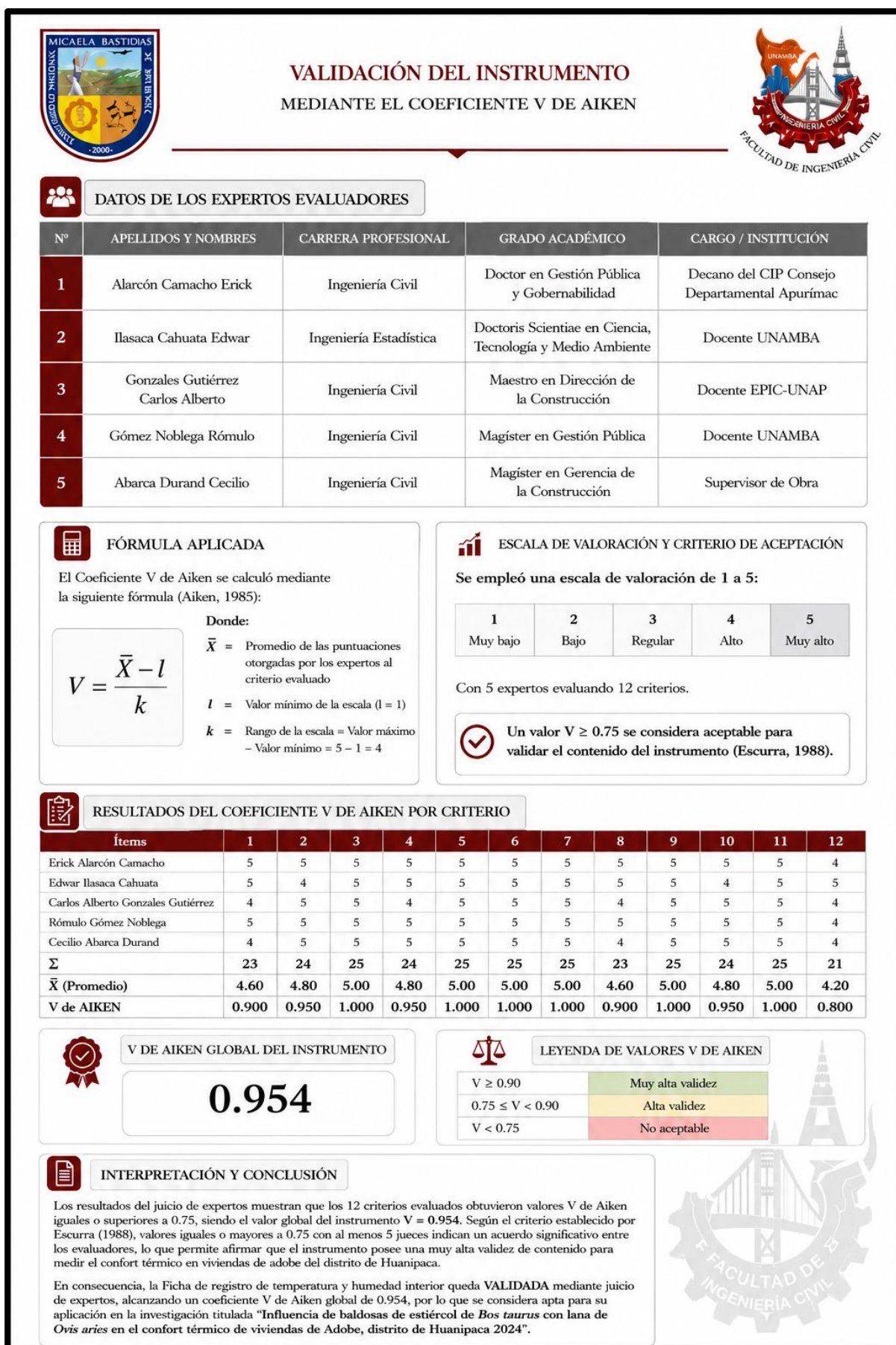
Abancay, 02 de DICIEMBRE del 2024



Cecilio Abarca Durand
INGENIERO CIVIL
CIP: 42566

Firma del experto

Figura 21 — Valoración de instrumento del experto N° 05



Anexo E

Galería de fotografías del proceso de investigación



Figura 23 — Termohigrómetro digital utilizado en el estudio



Figura 24 — Extracción de lana



Figura 25 — Selección de estiércol de ganado para elaboración de baldosas



Figura 26 — Elaboración de baldosas



Figura 27 — Recolección de datos en la vivienda sin baldosa



Figura 28 — Selección de baldosas para el revestimiento



Figura 29 — Interior de la vivienda de adobe más las baldosas



Figura 30 — Inicio del proceso de colocación de baldosas en muros interiores



Figura 31 — Perfilado, nivelación de muros interiores y colocación de baldosas



Figura 32 — Resane de huecos en muros de adobe y colocación de baldosas



Figura 33 — Recolección de datos en vivienda con baldosas

Anexo F

Certificación de calibración de equipo



SG NORTEC
SG NORMAS TÉCNICAS EMPLEADAS A LA CALIDAD S.A.C.

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SGTH-0794-2025

1. Orden de Trabajo : V5-960-25 2. Solicitante : BOLAÑOS HUILLCAHUA JOEL 3. Dirección : Av. 4 de noviembre s/n, Abancay, Apurímac. 4. Instrumento : TERMOTERMÓMETRO Tipo de indicación : DIGITAL Temperatura (IN/OUT) : -10 °C a 50 °C / -50 °C a 70 °C Resolución (IN/OUT) : 0,1 °C / 0,1 °C Humedad Relativa : 20 %hr a 99 %hr Resolución (%hr) : 1 %hr Marca : ANTON Modelo : AN-1007 Nº de serie : H-50020976 Procedencia : CHINA Código : NO INDICA Ubicación : NO INDICA Fecha de Calibración : 2025-05-20 Fecha de Emisión : 2025-05-21 Lugar de Calibración : Laboratorio de Temperatura y Humedad de SG NORTEC S.A.C.	Este Certificado de Calibración es trazable a los patrones Nacionales o Internacionales, y está expresado en unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados del presente Certificado son válidos sólo para el ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Los resultados, no deben utilizarse como un certificado de conformidad con normas de producto. SG NORTEC S.A.C. es responsable de toda información suministrada en este certificado, excepto la información suministrada por el cliente, la cual es identificada. SG NORTEC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del ítem calibrado, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración realizada. La adulteración o uso indebido del presente Certificado constituye un delito y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia.
---	--

5. Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-026 "Procedimiento para la calibración de higrómetros y termómetros ambientales". Primera Edición. 2019. INACAL.

6. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.




John Anderson Zapata Salinas
SUPERVISOR DE LABORATORIO

F23-P11, V04
EPL/RGH/FGC 2024-03-27

Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rimac, Callao 572-1691

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO

Figura 34 — Certificado de calibración termohigrómetro 1 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SGTH-0794-2025

7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM o internacionales, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Patrón de SG NORTEC S.A.C.		
Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certif. / Inf. Calibración
INACAL-DM	Termohigrómetro con Resolución de 0,01 °C / 0,01 %hr	LH-010-2025

8. Resultados de la Calibración

Condiciones Ambientales	Inicio	Fin
Temperatura (°C)	20,3	21,8
Humedad (% H.R.)	53	55

Sensor de Temperatura "IN"

Temperatura Indicada (°C)	Temperatura Convencionalmente Verdadera (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
15,7	15,02	-0,68	0,90
24,7	25,06	0,36	0,91
34,3	35,04	0,74	0,90

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

TCV = Indicación del termómetro + corrección

Higrómetro

Humedad Relativa Indicada (%hr)	Humedad Relativa Convencionalmente Verdadera (%hr)	Corrección (%hr)	Incertidumbre (%hr)
29	30,0	1,0	2,6
61	60,0	-1,0	2,7
84	79,9	-4,1	2,8

La Humedad Relativa convencionalmente verdadera (HRV) resulta de la relación:

HRV = Indicación del higrómetro + corrección

9. Incertidumbre

La Incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en:2008 (JCGM100:2008) y OIML G1-104-en:2009 (JCGM104:2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM)", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un Nivel de Confianza de aproximadamente 95%.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

Fin del Certificado de Calibración

F23-P11, V04
EPL/RGH/FGC 2024-03-27

Av. Ramón Castilla N° 154, Urb. Playa Rímac, Callao 572-1691
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO

Figura 35 — Certificado de calibración termohigrómetro 2 de 2