

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú-2025”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Silva Cloud, Mayeli Nicole

ASESOR: Suarez Landauro, Reynaldo Favio

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero(a) Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 74993196

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22498065

Grado/Título: Maestro en Gestión Pública

Código ORCID: 0000-0002-4641-3797

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro En Medio Ambiente Y Desarrollo Sostenible, Mención En Gestión Ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
2	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster En Dirección De Proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433
3	Leandro Quispe, David Roy	Maestro En Ingeniería, Con Mención En Gestión Ambiental Y Desarrollo Sostenible	47044890	0009-0005-3098-4770

**UDH**Facultad de
Ingeniería

P. A. de Ingeniería Civil

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL****Información general:**

TÍTULO: ""MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE PARA AISLAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DEL CC. PP NAUYAN RONDOS – HUANUCO, PERÚ- 2025""

TESISTA: Mayeli Nicole SILVA CLOUD.

ASESOR: Mg. Reynaldo Favio SUAREZ LANDAURO

JURADOS:

- Mg. Yelen Lisseth TRUJILLO ARIZA - Presidente
- Mg. Ingrid Delia Dignarda ARTEAGA ESPINOZA - Secretario
- Mg. David Roy LEANDRO QUISPE - Vocal

Resolución de designación de jurados n.º 2426 (05/11/2025).

Desarrollo del acto de sustentación

La sustentación se desarrolló en dos etapas:

1. Exposición de la tesis por parte del/la estudiante.
2. Ronda de preguntas y absolución de observaciones por parte del Jurado Evaluador.

Posteriormente, los miembros del jurado deliberaron y calificaron la sustentación, declarando al tesista APROBADO POR UNANIMIDAD, con los siguientes calificativos:

Calificación cuantitativa: 15

Calificación cualitativa: Bueno (Según el Artículo 47 del reglamento correspondiente).

Siendo las 15:45 h del viernes 07 de noviembre de 2025, los miembros del Jurado evaluador firman la presente acta en señal de conformidad.


Yelen Lisseth TRUJILLO ARIZA
INGENIERO CIVIL
CP. N° 24098

0000-0002-5650-3745
70502371

Mg. Yelen Lisseth TRUJILLO
ARIZA
PRESIDENTE


Ingrid Delia Dignarda ARTEAGA ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
CP. N° 24098

0009-0001-0745-5433
73645168

Mg. Ingrid Delia Dignarda
ARTEAGA ESPINOZA
SECRETARIO


David Roy LEANDRO QUISPE
INGENIERO CIVIL
CAP. 341381

0009-0005-3098-4770
47044890

Mg. David Roy LEANDRO
QUISPE
VOCAL



Documento:
ACTA DE SUSTENTACION

URL de Verificación:

<https://copiloto.udh.edu.pe/titulacionback/api/sustentacion/ver-acta/690b5ab96eab3c44150e6976>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: MAYELI NICOLE SILVA CLOUD, de la investigación titulada "MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE PARA AISLAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DEL CC. PP NAUYAN RONDOS-HUÁNUCO, PERÚ-2025", con asesor(a) REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1097-2025-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 11 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 03 de noviembre de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

267. Silva Cloud, Mayeli Nicole.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

2

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de internet

<1%

4

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

5

repositorio.tls.edu.pe

Fuente de Internet

<1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, quien me guio en este camino y me dio sabiduría para poder cumplir mis objetivos.

A mis padres, que fueron el apoyo que necesitaba en este camino, sus enseñanzas fueron fundamentales para cumplir esta meta, sin ustedes no sé qué sería de mí, gracias por todo.

A mi abuelito Jorge Cloud, que siempre estuvo presente en todos mis logros y caídas, fue el motor que me impulsó para ser una buena profesional.

Y en especial a mis mascotas, mi Kira y mi Capuchino que se desvelaron conmigo todo este tiempo, brindándome su cariño y amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia, que cada uno aportó con un granito de arena, dándome consejos y apoyándome en cada momento difícil, y a mi enamorado que estuvo siempre a mi lado dándome la fortaleza para no rendirme.

También agradecer a mis docentes y asesores, que me guiaron con sus conocimientos y sabiduría.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	XII
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPITULO I	19
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	21
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	21
1.3. OBJETIVOS.....	21
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	22
1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	22
1.4.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	23
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
CAPITULO II.....	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	25

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	25
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	27
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	28
2.2. BASES TEÓRICAS	30
2.2.1. AISLANTE TÉRMICO.....	30
2.2.2. AGAVE	31
2.2.3. PROTOTIPO DE ADOBE	31
2.2.4. COMPOSICIÓN DEL MORTERO	31
2.2.5. ESPESOR ÓPTIMO DEL MORTERO.....	31
2.2.6. ESPESOR DE REVOQUE	32
2.2.7. EFICIENCIA TÉRMICA	32
2.2.8. RESISTENCIA TÉRMICA	32
2.2.9. MANTENIMIENTO DE LA TEMPERATURA	32
2.2.10. VARIACIÓN DE TEMPERATURA.....	33
2.2.11. FACILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.....	33
2.2.12. DURABILIDAD DE FIBRAS NATURALES	33
2.2.13. RESISTENCIA DE FIBRAS NATURALES	33
2.2.14. CONFORT TÉRMICO	33
2.2.15. IMPACTO ECONÓMICO DE FIBRAS NATURALES	34
2.2.16. NORMA E.080 (DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA)	34
2.2.17. NORMA EM.110 (CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO CON EFICIENCIA ENERGÉTICA).....	34
2.2.18. ASTM C1363-19 (MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA EL DESEMPEÑO TÉRMICO-CAJA CALIENTE)	35
2.2.19. ASTM D3359-17 (MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA MEDIR LA ADHERENCIA POR PRUEBA DE CINTA).....	35

2.2.20. ASTM E514-08 (MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA PENETRACIÓN Y FUGA DE AGUA A TRAVÉS DE MAMPOSTERÍA)	36
2.2.21. NTP 339.128 (MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO)	36
2.2.22. ASTM C136/C136M-14 (MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS)	36
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	37
2.4. HIPÓTESIS.....	46
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	46
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	46
2.5. VARIABLES.....	46
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	46
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	46
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	47
CAPITULO III	49
METODOLOGÍA	49
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.1.1. ENFOQUE.....	49
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	49
3.1.3. DISEÑO.....	50
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	50
3.2.1. MUESTRA NO PROBABILÍSTICA	50
3.2.2. MUESTRAS INTENCIONADAS	51
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	52
3.3.1. PARA RECOLECCIÓN DE DATOS	52
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	52
3.3.3. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	53

CAPITULO IV.....	54
RESULTADOS.....	54
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	54
4.1.1. RESULTADOS DEL PORCENTAJE OPTIMO	54
4.1.2. RESULTADOS DE LA TÉCNICA DEL REVESTIMIENTO DE ACUERDO A LOS ENSAYOS ESTUDIADOS	67
4.1.3. RESULTADOS DE LA TEMPERATURA DE LAS VIVIENDAS SIN EL MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE.....	79
4.1.4. RESULTADOS DE LA TEMPERATURA DE LAS VIVIENDAS CON EL MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE.....	95
4.1.5. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA TEMPERATURA DE LAS VIVIENDAS SIN Y CON EL MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE	111
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS...	126
CAPITULO V.....	131
DISCUSIÓN	131
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	131
CONCLUSIONES	133
RECOMENDACIONES.....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136
ANEXOS	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Calibración de la caja caliente (hot box) con el triplay	54
Tabla 2 Mediciones de las 3 réplicas de los paneles con 0.5 % porcentaje de fibra de agave	55
Tabla 3 Mediciones de las 3 réplicas de los paneles con 1.0 % porcentaje de fibra de agave	58
Tabla 4 Mediciones de las 3 réplicas de los paneles con 1.5 % porcentaje de fibra de agave	61
Tabla 5 Resumen de los resultados por porcentaje, porcentaje ganador y comparación con la EM. 110.....	64
Tabla 6 Resultados del ensayo de Fisuración	67
Tabla 7 Resultados del ensayo de adherencia con cinta.....	69
Tabla 8 Resultados del ensayo de erosión por agua	72
Tabla 9 Resultados del ensayo de erosión abrasiva.....	74
Tabla 10 Resultados del ensayo de Capilaridad.....	77
Tabla 11 Resultados de la Vivienda 1 sin tarrajear con el mortero con fibras de Agave.....	79
Tabla 12 Resultados de la Vivienda 2 sin tarrajear con el mortero con fibras de Agave.....	83
Tabla 13 Resultados de la Vivienda 3 sin tarrajear con el mortero con fibras de Agave.....	87
Tabla 14 Resultados de la Vivienda 4 sin tarrajear con el mortero con fibras de Agave.....	91
Tabla 15 Resultados de la Vivienda 1 tarrajeadada con el mortero con fibras de Agave.....	95
Tabla 16 Resultados de la Vivienda 2 tarrajeadada con el mortero con fibras de Agave.....	99

Tabla 17 <i>Resultados de la Vivienda 3 tarrajada con el mortero con fibras de Agave</i>	103
Tabla 18 Resultados de la Vivienda 4 tarrajada con el mortero con fibras de Agave.....	107
Tabla 19 Comparación de las temperaturas de la Vivienda 1 con y sin el tarrajeo con fibras de Agave	111
Tabla 20 Comparación de las temperaturas de la Vivienda 2 con y sin el tarrajeo con fibras de Agave	115
Tabla 21 Comparación de las temperaturas de la Vivienda 3 con y sin el tarrajeo con fibras de Agave	118
Tabla 22 Comparación de las temperaturas de la Vivienda 4 con y sin el tarrajeo con fibras de Agave	122
Tabla 23 Descriptivos globales de ΔT (Post–Pre).....	126
Tabla 24 Pruebas para la Hipótesis General (global, 36 pares).....	126
Tabla 25 Conductividad térmica (k) por dosificación de fibra.....	127
Tabla 26 Tendencia estadística de k vs % de fibra.....	127
Tabla 27 Mejora relativa de k respecto a barro+paja (k=0.09).....	127
Tabla 28 Adherencia (ASTM D3359 codificada)	128
Tabla 29 Erosión por agua (% pérdida de masa).....	128
Tabla 30 Erosión abrasiva (pérdida de espesor, mm)	128
Tabla 31 Capilaridad (ganancia de masa, g)	128
Tabla 32 Resumen inferencial	129
Tabla 33 Normalidad de las diferencias (Post–Pre) por vivienda y global .	130
Tabla 34 Pruebas pareadas por vivienda y global (temperatura interior)...	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cabuya (Agave)	37
Figura 2 Maguey y sus partes	38
Figura 3 Elaboración de adobe	39
Figura 4 Revoque de tierra	39
Figura 5 Mortero con fibras de Agave	40
Figura 6 Conductividad térmica	41
Figura 7 Resistencia térmica.....	41
Figura 8 Diferencia entre resistencia, integridad y aislamiento	43
Figura 9 Placas con fibras naturales.....	44
Figura 10 Tamices para la granulometría	45
Figura 11 Conductividad térmica "k" - Paneles 0.5%.....	56
Figura 12 Resistencia térmica "R" - Paneles 0.5%	57
Figura 13 Conductividad térmica "k" - Paneles 1.0%.....	59
Figura 14 Resistencia "R" - Paneles 1.0%.....	60
Figura 15 Conductividad térmica k - Paneles 1.5%	62
Figura 16 Resistencia térmica R - Paneles 1.5%.....	63
Figura 17 Conductividad térmica promedio vs % de fibra.....	65
Figura 18 Diferencia de temperatura (ΔT) vs % de fibra.....	66
Figura 19 Número de fisuras por muestra.....	68
Figura 20 Adherencia por muestra - Clasificación ASTM D3359 (0-5)	70
Figura 21 Desprendimiento superficial (%) - Rango estimado	71
Figura 22 Pérdida de masa (%) por muestra	73
Figura 23 Erosión abrasiva - Diferencia de pesos por muestra	75
Figura 24 Erosión abrasiva - Pérdida de espesor por muestra	76
Figura 25 Capilaridad - Ganancia de masa por muestra	78
Figura 26 V1 sin tarrajeo - Temperatura interior	80
Figura 27 V1 sin tarrajeo - Temp. Superficie Interior	81
Figura 28 V1 sin tarrajeo - Temp. Superficie Exterior	82
Figura 29 V2 sin tarrajeo - Temperatura Interior	84
Figura 30 V2 sin tarrajeo - Temp. Superficie Interior	85
Figura 31 V2 sin tarrajeo - Temp. Superficie Exterior	86
Figura 32 V3 sin tarrajeo - Temperatura Interior	88

Figura 33 V3 sin tarrajeo - Temp. Superficie Interior	89
Figura 34 V3 sin tarrajeo - Temp. Superficie Exterior	90
Figura 35 V4 sin tarrajeo - Temperatura Interior	92
Figura 36 V4 sin tarrajeo - Temp. Superficie Interior	93
Figura 37 V4 sin tarrajeo - Temp. Superficie Exterior	94
Figura 38 V1 TARRAJEADA - Temperatura Interior	96
Figura 39 V1 TARRAJEADA - Temp. Superficie Interior.....	97
Figura 40 V1 TARRAJEADA - Temp. Superficie Exterior	98
Figura 41 V2 TARRAJEADA - Temperatura Interior	100
Figura 42 V2 TARRAJEADA - Temp. Superficie Interior.....	101
Figura 43 V2 TARRAJEADA - Temp. Superficie Exterior	102
Figura 44 V3 TARRAJEADA - Temperatura Interior	104
Figura 45 V3 TARRAJEADA - Temp. Superficie Interior.....	105
Figura 46 V3 TARRAJEADA - Temp. Superficie Exterior	106
Figura 47 V4 TARRAJEADA - Temperatura Interior	108
Figura 48 V4 TARRAJEADA - Temp. Superficie Interior.....	109
Figura 49 V4 TARRAJEADA - Temp. Superficie Exterior	110
Figura 50 Temperatura Interior Vivienda 1 (°C) - VSF vs VCF	112
Figura 51 Temp. Superficie Interior Vivienda 1(°C) – VSF vs VCF	113
Figura 52 Temp. Superficie Exterior Vivienda 1 (°C) – VSF vs VCF.....	114
Figura 53 Temperatura Interior Vivienda 2 (°C) – VSF vs VCF.....	115
Figura 54 Temp. Superficie Interior Vivienda 2 (°C) – VSF vs VCF	116
Figura 55 Temp. Superficie Exterior Vivienda 2 (°C) – VSF vs VCF	117
Figura 56 Temperatura Interior Vivienda 3 (°C) – VSF vs VCF.....	119
Figura 57 Temp. Superficie Interior Vivienda 3 (°C) – VSF vs VCF	120
Figura 58 Temp. Superficie Exterior Vivienda 3 (°C) – VSF vs VCF.....	121
Figura 59 Temperatura Interior Vivienda 4 (°C) – VSF vs VCF.....	123
Figura 60 Temp. Superficie Interior Vivienda 4 (°C) – VSF vs VCF	124
Figura 61 Temp. Superficie Exterior Vivienda 4 (°C) – VSF vs VCF.....	125
Figura 62 Plano de ubicación.....	147

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Ubicación del CC. PP de Nauyan Rondos.....	147
Fotografía 2 Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080.....	147
Fotografía 3 Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080.....	147
Fotografía 4 Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080.....	147
Fotografía 5 Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080.....	147
Fotografía 6 Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080.....	147
Fotografía 7 Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080.....	147
Fotografía 8 Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080.....	147
Fotografía 9 Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080.....	147
Fotografía 10 Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080.....	147
Fotografía 11 Estudio de mecánica de suelos C-1	147
Fotografía 12 Estudio de mecánica de suelos C-2	147
Fotografía 13 Estudio de mecánica de suelos en el laboratorio.....	147
Fotografía 14 Estudio de mecánica de suelos en el laboratorio.....	147
Fotografía 15 Estudio de mecánica de suelos en el laboratorio.....	147
Fotografía 16 Firma y aceptación por parte de los dueños de las viviendas	147
Fotografía 17 Firma y aceptación por parte de los dueños de las viviendas	147
Fotografía 18 Firma y aceptación por parte de los dueños de las viviendas	147
Fotografía 19 Recolección de la Cabuya (Agave).....	147
Fotografía 20 Traslado de la Cabuya (Agave)	147
Fotografía 21 Extracción de la fibra de la Cabuya (Agave).....	147

Fotografía 22 Fibra de (Agave)	147
Fotografía 23 Traslado del adobe y demás materiales a la localidad	147
Fotografía 24 Construcción de la vivienda.....	147
Fotografía 25 Vivienda construida en la localidad.....	147
Fotografía 26 Proceso del corte de las fibras de Agave	147
Fotografía 27 Elaboración del mortero con fibras de Agave	147
Fotografía 28 Mortero con 0.5% de fibras de Agave.....	147
Fotografía 29 Mortero con 1.0% de fibras de Agave.....	147
Fotografía 30 Mortero con 1.5% de fibras de Agave.....	147
Fotografía 31 Las 9 muestras con los diferentes porcentajes.....	147
Fotografía 32 Elaboración de la Hot Box (caja caliente)- lado caliente	147
Fotografía 33 Elaboración de la Hot Box (caja caliente) - lado frío	147
Fotografía 34 Elaboración de la Hot Box (caja caliente)	147
Fotografía 35 Elaboración de la Hot Box (caja caliente)	147
Fotografía 36 Elaboración de la Hot Box (caja caliente)	147
Fotografía 37 Evaluación del porcentaje más óptimo	147
Fotografía 38 Evaluación del porcentaje más óptimo	147
Fotografía 39 Elaboración de las muestras para los ensayos.....	147
Fotografía 40 Elaboración de las muestras para los ensayos.....	147
Fotografía 41 Muestras para los ensayos.....	147
Fotografía 42 Resultado del ensayo de fisuración M1-SF	147
Fotografía 43 Resultado del ensayo de fisuración M2-SF	147
Fotografía 44 Resultado del ensayo de fisuración M1-CF	147
Fotografía 45 Resultado del ensayo de fisuración M2-CF	147

Fotografía 46 Resultado del ensayo de adherencia con cinta M1-SF.....	147
Fotografía 47 Resultado del ensayo de adherencia con cinta M2-SF.....	147
Fotografía 48 Resultado del ensayo de adherencia con cinta M1-CF	147
Fotografía 49 Resultado del ensayo de adherencia con cinta M2-CF	147
Fotografía 50 Resultado del ensayo de erosión por lluvia M1-SF.....	147
Fotografía 51 Resultado del ensayo de erosión por lluvia M2-SF.....	147
Fotografía 52 Resultado del ensayo de erosión por lluvia M1-CF	147
Fotografía 53 Resultado del ensayo de erosión por lluvia M2-CF	147
Fotografía 54 Resultado del ensayo de erosión por abrasión M1y M2-SF	147
Fotografía 55 Resultado del ensayo de erosión por abrasión M1y M2-CF	147
Fotografía 56 Resultado del ensayo de capilaridad M1, M2, M3 y M4-CF	147
Fotografía 57 Resultado del ensayo de capilaridad M1, M2, M3 y M4-CF	147
Fotografía 58 Toma de temperatura antes del tarrajeo vivienda 1.....	147
Fotografía 59 Toma de temperatura antes del tarrajeo vivienda 2.....	147
Fotografía 60 Toma de temperatura antes del tarrajeo vivienda 3.....	147
Fotografía 61 Toma de temperatura antes del tarrajeo vivienda 4.....	147
Fotografía 62 Toma de temperatura antes del tarrajeo.....	147
Fotografía 63 Corte de las fibras de Agave para el tarrajeo	147
Fotografía 64 Realización del mortero para el tarrajeo	147
Fotografía 65 Mortero con fibras de Agave en los muros de las viviendas	147
Fotografía 66 Revoque de los muros de la vivienda 1 con el mortero con fibras de Agave.....	147
Fotografía 67 Revoque de los muros de la vivienda con el mortero con fibras de Agave.....	147
Fotografía 68 Toma de temperatura después del tarrajeo vivienda 1.....	147

Fotografía 69 Toma de temperatura después del tarrajeo vivienda 2.....	147
Fotografía 70 Toma de temperatura después del tarrajeo vivienda 3.....	147
Fotografía 71 Toma de temperatura después del tarrajeo vivienda 4.....	147
Fotografía 72 Toma de temperatura después del tarrajeo	147

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de un mortero con fibras de agave sobre el aislamiento térmico en las viviendas del Centro Poblado de Nauyan Rondos en Huánuco. Para ello, se fabricaron placas con 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra y se ensayó con la Caja Caliente (Hot Box), siguiendo la metodología ASTM C1363-19. Además, se evaluó la fisuración, la adherencia (ASTM D3359), la erosión por agua, la erosión abrasiva y la capilaridad, y luego se midieron las temperaturas del interior, del exterior y de la superficie interior y exterior de las viviendas, antes y después del tarrajeo con el mortero que contenía fibras.

Los resultados arrojaron que la conductividad térmica promedio disminuyó con el 1.5% de fibra, teniendo como resultado 0.0805, 0.0746 y 0.0715 W/m·K, siendo este porcentaje el más óptimo, con 20.6% menos que la conductividad térmica del barro+paja (0.09 W/m·K). Las muestras de 1.5% mostraron una resistencia térmica de 0.3423–0.3573 m²·K/W. En durabilidad, las muestras con fibras de Agave presentaron 0 fisuras, adherencia 4B (vs 1B–0B), pérdidas por erosión por agua de 0.02–0.17% (vs 0.59–0.78%), desgaste abrasivo de 2–4 mm (vs 7–9 mm) y menor succión capilar que las sin fibras de Agave.

En conclusión, el mortero con 1.5% de fibra de Agave mejoró el aislamiento térmico y la durabilidad del revestimiento, elevando el confort térmico en viviendas de adobe. En las viviendas, el tarrajeo elevó el ΔT interior y exterior en las madrugadas y en las mañanas, y también moderó el pico de las 14:00.

Palabras clave: mortero, agave, adobe, conductividad térmica, adherencia, aislamiento térmico.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of applying an agave-fiber-reinforced mortar on the thermal insulation of adobe houses in the rural center of Nauyan Rondos, Huánuco. Panels with 0.5%, 1.0%, and 1.5% fiber were fabricated and tested with a Hot Box apparatus following ASTM C1363-19. Durability was assessed through cracking, adhesion (ASTM D3359), water erosion, abrasive erosion, and capillary absorption. Subsequently, indoor air temperature, outdoor air temperature, and interior/exterior surface temperatures of the dwellings were measured before and after rendering with the fiber-containing mortar.

Results showed that average thermal conductivity decreased at 1.5% fiber, obtaining 0.0805, 0.0746, and 0.0715 W/m·K, with this percentage being the most optimal—20.6% lower than mud + straw (0.09 W/m·K). The 1.5% specimens exhibited a thermal resistance of 0.3423–0.3573 m²·K/W. In terms of durability, the agave-fiber mixes showed zero cracking, adhesion of 4B (vs. 1B–0B), water-erosion mass loss of 0.02–0.17% (vs. 0.59–0.78%), abrasive wear of 2–4 mm (vs. 7–9 mm), and lower capillary suction than mixes without agave fiber.

In conclusion, the 1.5% agave-fiber mortar improved both the thermal insulation and durability of the render, enhancing thermal comfort in adobe housing. In the field measurements, the render increased the interior–exterior ΔT during early morning hours and moderated the 14:00 peak.

Keywords: mortar, agave, adobe, thermal conductivity, adhesion, thermal insulation.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones climáticas extremas en las zonas altoandinas del Perú, se caracterizan por bajas temperaturas y fenómenos como heladas y friajes, representan un desafío significativo para el confort y la salud de sus habitantes. En el CC.PP. Nauyan Rondos, una localidad afectada por estas condiciones, gran parte de las viviendas están construidas con adobe, un material tradicional que, si bien es cierto posee cierta inercia térmica, resulta insuficiente para garantizar un aislamiento térmico adecuado. Esta deficiencia constructiva contribuye a ambientes interiores fríos, aumentando la vulnerabilidad de la población a enfermedades y afectado su calidad de vida.

Frente a este escenario, el uso de materiales naturales locales y técnicas de bajo costo cobra relevancia. La fibra de Agave, que es abundante en la localidad, ofrece reducir la conductividad térmica y aumentar la resistencia térmica. Se han explorado el uso de fibras y zumo de Agave en la fabricación de adobe, pero existe un vacío en el estudio de la aplicación como mortero de revestimiento o revoque para mejorar el aislamiento térmico en muros de adobe.

Esta investigación se justifica en su potencia de aporte teórico al conocimiento sobre las propiedades termo-físicas de morteros de tierra con fibras de agave. Por lo tanto, esta investigación evaluó el efecto de la aplicación de un mortero con fibras de Agave sobre el aislamiento térmico en viviendas de adobe.

En este estudio, se analizó cuatro viviendas en condiciones climáticas locales, por un ciclo de 24 h, las muestras en laboratorio aportan robustez. El aporte radica en integrar la evolución térmica y pruebas de durabilidad con una solución viable y replicable para la mejora de viviendas de adobe en zonas altoandinas.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

En Bolivia, las viviendas en regiones altoandinas enfrentan desafíos significativos relacionados con el confort térmico debido a las condiciones climáticas extremas. Según un estudio realizado en La Paz, El área andina presenta un clima de tipo árido-frío, con importantes oscilaciones en la temperatura diaria, alcanzando un valor máximo medio de 15°C al mediodía en época invernal y un valor de -5.7°C en horario nocturno durante el mismo mes, registrándose inclusive temperaturas mínimas extremas de -10°C. estas condiciones climáticas adversas ponen en evidencia la necesidad de mejorar las técnicas constructivas y los materiales utilizados en las viviendas para garantizar un adecuado confort térmico para sus habitantes (Arciénega y Maristany, 2019).

En el Perú, las poblaciones que viven en las zonas rurales de las regiones altoandinas sufren cada año el friaje, término que describe la repentina disminución de la temperatura que provoca la muerte de las personas más frágiles y de los animales como las alpacas que constituyen el principal recurso económico local (Barnet y Jabrane, 2015).

Las heladas y friajes son fenómenos climáticos presentes en diversas zonas del Perú que se encuentran con envolventes de viviendas no adecuadas para conservar condiciones de confort y eficiencia energéticas de un espacio climatizado (Chea, 2022).

Las condiciones climáticas en Perú pueden ser extremas en varios de estos lugares, tanto por la ubicación geográfica como por la altitud topográfica, a pesar de estas condiciones geográficas y climáticas extremas, las casas se construyen con sistemas de construcción convencionales. Cada año, las personas que viven en las áreas altas andinas se enferman o incluso mueren debido al viento frío y las heladas (Resano, Rodríguez y Guillen, 2021).

El adobe por sí solo puede no ser suficiente como aislante térmico efectivo en climas fríos, pero al añadir fibras naturales, se mejoran significativamente su capacidad para aislar térmicamente (Ige y Danso, 2020).

Las prácticas constructivas típicas en estas regiones no incluyen el uso de equipos de aire acondicionado o criterios energéticos en el diseño de edificios. Como consecuencia, las viviendas se comportan fuera de los rangos de temperatura de confort la mayor parte del año (Ordoñez, 2019).

Analizaron las propiedades aislantes térmicas de fibras sueltas de agave y paja de trigo, y tableros híbridos de agave/paja de trigo. Encontraron que las fibras de agave tienen una conductividad térmica promedio de 0.043592 W/m.K, lo que las hace adecuadas como materiales aislantes en construcciones (Ali, 2020).

El Agave deserti muestra una alta sensibilidad a los cambios de temperatura del aire, y su tamaño pequeño puede resultar en temperaturas mínimas más altas en las hojas, lo que puede explicar su supervivencia en sitios fríos (Woodhouse, 1983).

El Agave americana presenta una alta eficiencia en el uso del agua, lo que le permite sobrevivir en condiciones áridas y frías. Los estudios muestran que el Agave americana tiene un potencial como cultivo bioenergético con requisitos de riego significativamente reducidos en comparación con cultivos convencionales en el suroeste de EE.UU. (Davis, 2015).

Realizaron un análisis térmico del bagazo de agave, encontrando que la degradación térmica presenta dos etapas principales: liberación de humedad y compuestos volátiles orgánicos. Estos resultados sugieren que el bagazo de Agave tiene estabilidad térmica hasta 215°C (Liñán, 2014).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto de la aplicación de un mortero con fibras de agave sobre el aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú-2025?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Cuál es la proporción óptima de fibras de agave en el mortero para maximizar su capacidad de aislamiento térmico?

PE2: ¿Qué efecto tiene la técnica de revestimiento de adobe utilizada en la durabilidad del mortero de tierra con fibras de agave y en la protección del muro de adobe frente a la humedad y la erosión, considerando los criterios de la Norma E.080 sobre mantenimiento y protección de edificaciones de tierra?

PE3: ¿Cuál es la variación térmica en el interior de la vivienda antes y después de aplicar el mortero con fibras de agave?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la aplicación de un mortero con fibras de agave sobre el aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú-2025.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar la proporción óptima de fibras de agave en el mortero para maximizar su capacidad de aislamiento térmico.

OE2: Evaluar el efecto de la técnica de revestimiento de adobe utilizada en la durabilidad del mortero de tierra con fibras de agave y en la protección del muro de adobe frente a la humedad y la erosión,

considerando los criterios de la Norma E.080 sobre mantenimiento y protección de edificaciones de tierra.

OE3: Medir y comparar la variación térmica en el interior de la vivienda antes y después de aplicar el mortero con fibras de agave.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La incorporación de fibras de Agave en el mortero de tierra como aislante térmico en los muros de las viviendas se fundamenta en principios de física térmica y materiales sostenibles. El agave, por sus propiedades termo físicas, actúa como una barrea contra la transferencia de calor, ayudando a mantener temperaturas más estables en el interior de las viviendas. Esta intervención es crucial en zonas altoandinas, donde las temperaturas extremas pueden afectar significativamente la salud y el bienestar de los pobladores. Además, el uso de materiales naturales y locales, como el Agave, promueve prácticas de construcción sostenibles y accesibles para comunidades de escasos recursos.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La justificación metodológica para la incorporación de fibras de Agave en el mortero de tierra como aislante térmico en las viviendas del CC. PP Nauyan Rondos se basa en el uso de métodos cuantitativos y experimentales. La medición de variables antes y después de la intervención permite evaluar objetivamente la efectividad del material aislante. El diseño experimental con grupos de control y pretest-postest asegura la validez interna del estudio. Además, el enfoque cuantitativo permite analizar datos numéricos precisos, como temperaturas y costos energéticos, proporcionando resultados concretos y verificables. Este enfoque metodológico es adecuado para determinar la eficiencia y viabilidad del uso del agave en aislamiento térmico, garantizando resultados sólidos y aplicables en contextos similares.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La justificación práctica de la incorporación de fibras de agave en el mortero de tierra como aislante térmico en las viviendas del CC. PP Nauyan Rondos radica en los múltiples beneficios tangibles que esta intervención ofrece a la comunidad. En primer lugar, la reducción de temperaturas frías en los muros internos mejorara significativamente el confort térmico de los hogares, proporcionando un ambiente más cálido y saludable para los residentes, lo que puede disminuir la incidencia de enfermedades respiratorias y otros problemas de salud relacionados con el frío.

La utilización de agave, un recurso natural y local, también fomenta la sostenibilidad y la economía local, proporcionando una solución accesible y ecológica.

Por último, esta iniciativa puede servir como modelo replicable para otras comunidades en zonas altoandinas con condiciones climáticas similares, promoviendo prácticas de construcción sostenible y mejorando la calidad de vida de más personas en áreas rurales del Perú.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación podría enfrentar limitaciones relacionadas con las fluctuaciones climáticas, pueden afectar los resultados, ya que las temperaturas pueden variar considerablemente de un año a otro, la disponibilidad y accesibilidad de los materiales de construcción, así como la aceptación y colaboración de los habitantes del CC. PP Nauyan Rondos para participar en el estudio y permitir la incorporación de este mortero de tierra compuesta con fibras de agave en sus viviendas.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Se podrá hacer cada investigación requerida, ya que contamos con:

RECURSOS TEÓRICOS: La revisión actual tiene una adecuada admisión de datos públicos y globales en la web, revistas, libros, etc.

RECURSOS HUMANOS: Para la futura realización de este estudio, se dispondrá de personal calificado de apoyo y de expertos en el tema de la investigación.

RECURSOS ECONÓMICOS: La revisión es monetariamente alcanzable a la luz del hecho de que la extensión del examen no necesita una financiación enorme que restrinja la investigación del tema presentado, también se dispone de los materiales a utilizar y los servicios básicos necesarios para realizar el apoyo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Espinoza (2022), en su trabajo de investigación “Elaboración de placas de aislamiento térmico a partir de fibra de coco empleando ácido poliláctico (PLA) como aglutinante”. Artículo. Presentada a la Universidad de Costa Rica, tuvo como objetivo principal crear placas aislantes térmicas utilizando fibra de coco y ácido poliláctico (PLA) como aglutinante. El propósito es ofrecer una solución sostenible para el manejo de residuos de cáscara de coco, mejorando la eficiencia térmica de las viviendas y utilizando un recurso natural disponible localmente; el tipo de metodología es experimental, con enfoque cuantitativo y diseño factorial; el resultado de este estudio reveló que las láminas de fibra de coco, tanto tratadas como sin tratar, tienen distintas conductividades térmicas, destacándose que las fibras sin tratar tienen la conductividad más baja. Adicionalmente, las placas que fueron reforzadas con PLA mostraron una alta resistencia a la tracción, con valores alcanzando hasta $290,33 \pm 48,73$ N, llegando así a la conclusión que las fibras de coco no tratadas son las más adecuadas para producir aislantes térmicos eficientes debido a su baja conductividad térmica. Asimismo, la incorporación de PLA como aglutinante es esencial para mejorar las propiedades mecánicas de las placas, incrementado su resistencia y durabilidad.

Calderón (2019), en su trabajo de investigación “Evaluación del mejoramiento del confort térmico con la incorporación de materiales sostenibles en viviendas en autoconstrucción en Bosa, Bogotá”. Artículo. Presentada a la Universidad de La Salle, Colombia; tuvo como objetivo central analizar el impacto de la utilización de materiales sostenibles en la mejora del confort térmico de las viviendas autoconstruidas en el barrio San José de Bosa, Bogotá, y como estos materiales afectan la

temperatura interna de dichas viviendas; el tipo de investigación es aplicada y cuasi-experimental, con enfoque cuantitativo y diseño estudio de caso; el análisis de los resultados mostró que, con la incorporación de materiales sostenibles, la temperatura interna de las viviendas aumentó significativamente. La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior se incrementó en 6 grados, alcanzando una temperatura media interna de 13 grados durante la madrugada, la conclusión del estudio reveló que las viviendas autoconstruidas tenían deficiencias debido al uso de materiales temporales. A pesar de que mejoró el confort térmico a optimizar la cubierta con materiales sostenibles, no fue posible optimizar otros elementos constructivos por restricciones de tiempo y presupuesto.

Lozano y Rojas (2019), su trabajo de investigación “Elaboración de paneles termoaislantes para cubierta a partir de fibras de bagazo de la caña de azúcar”. Tesis. Presentada a la Universidad La Gran Colombia; el objetivo principal fue crear un prototipo de panel termoaislantes para cubiertas, utilizando fibras de bagazo de caña de azúcar. Se buscó demostrar la eficacia y las propiedades aislante térmicas de este material, con el objetivo de proporcionar una alternativa sostenible y eficiente para el aislamiento térmico en construcciones; el tipo de investigación es experimental y descriptivo, las pruebas de laboratorio dieron como resultado que los paneles hechos con fibra de bagazo de caña de azúcar son efectivos como materiales aislantes, debido a su conductividad térmica adecuada. La mezcla ideal de los componentes consistió en proporciones específicas de cemento, bagazo y melaza, logrando un equilibrio entre la resistencia y la capacidad aislante; concluyendo que los paneles termoaislantes fabricados con fibras de bagazo de caña de azúcar son materiales de construcción sostenibles y efectivos. La conclusión del estudio reveló que estos paneles proporcionan un buen aislamiento térmico y ayudan a reducir el impacto ambiental al reutilizar residuos agrícolas. La inclusión de melaza como aditivo mejoró las propiedades mecánicas y térmicas de los paneles.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Chea (2022) su trabajo de investigación “Estudio de la fibra de ichu incorporada como aislante térmico a un sistema de construcción en seco para su uso en envolventes de viviendas rurales ubicadas en zonas climáticas frías del Perú”. Tesis. Presentada a la Pontificia Universidad Católica del Perú; el objetivo principal de esta investigación fue evaluar el uso de fibra de ichu como aislante térmico en sistemas de construcción en seco, específicamente con placas de fibrocemento, para mejorar la eficiencia térmica de las envolventes de viviendas en regiones frías del Perú; el tipo de metodología es aplicada y experimental, con enfoque cuantitativo, diseño experimental y comparativo; las mediciones en laboratorio dieron como resultado que los paneles hechos de fibrocemento y fibra de ichu tienen una conductividad térmica promedio de 0.1078 W/m.K . Este resultado se contrastó con el obtenido de paneles aislados con lana de vidrio, cuya conductividad térmica promedio fue de 0.0848 W/m.K ; el estudio concluyó que, ajustando el espesor del relleno de paneles de fibra de ichu pueden alcanzar una resistencia térmica similar a la de los paneles de lana de vidrio. Esta equivalencia funcional se fundamenta en la teoría de la transferencia de calor y a la ley de Fourier.

Cotrina (2019) su trabajo de investigación “Panel a base de hoja de cabuya (Agave americana L.) para aislante térmico en época de heladas en las zonas alto andinas del Perú, 2019”. Tesis. Presentada para la Universidad César Vallejo; el objetivo principal de este estudio fue analizar la eficacia de los paneles hechos con hoja de cabuya como aislante térmico. Se examinan las propiedades físicas y químicas de este material para mejorar la temperatura interna y el confort térmico de las viviendas en las regiones alto andinas del Perú durante las heladas; el tipo de metodología es aplicada, con enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo pre-experimental; los resultados indicaron que los paneles hechos de hoja de cabuya tienen una conductividad térmica de 0.03 W/m.K y una resistencia térmica de $1.42 \text{ m}^2\text{K/W}$, lo que los convierte en eficientes aislantes térmicos. Las pruebas incluyeron la

mezcla y compactación de muestras, secado y análisis de parámetros físicos y químicos, confirmando la efectividad del material para mejorar el confort térmico y su aplicabilidad social, la conclusión principal del estudio fue que los paneles hechos con hoja de cabuya y cascara de pecana son eficientes aislantes térmicos. Este material es adecuado para zonas afectadas por heladas, ofreciendo una solución sostenible y mejorando el confort térmico en las viviendas.

Mamani y Remachi (2022), su trabajo de investigación “Mejora de la eficiencia del muro trombe con cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad Puno 2022”. Tesis. Presentada a la Universidad Continental; el objetivo general de esta investigación fue evaluar la eficiencia de un sistema de calefacción pasiva con muros Trombe y láminas de EPS en viviendas de adobe para mejorar el confort térmico en la región de Huánuco; el tipo de metodología es aplicada, con enfoque cuantitativo, diseño experimental, los resultados mostraron que la implementación del muro Trombe y las láminas de EPS mejoraron significativamente el confort térmico en las viviendas de adobe. Las temperaturas interiores se mantuvieron más estables y dentro de rangos más confortables en comparación con las viviendas sin estas modificaciones. Específicamente, se observó una disminución en la variabilidad de la temperatura interior y una reducción en la necesidad de utilizar sistemas de calefacción adicionales, se concluyó que el uso de muro Trombe combinado con láminas de EPS es una solución eficiente para mejorar el confort térmico en viviendas de adobe en la región de Huánuco. Este sistema no solo mejoró las condiciones de habitabilidad, sino que también demostró ser una opción sostenible y de bajo costo para las comunidades locales. La investigación resaltó la importancia de implementar tecnologías pasivas de calefacción en regiones con climas extremos para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Fretel (2022), su trabajo de investigación “Evaluación del uso del Ichu (Stipa Ichu) en la bioconstrucción y su influencia en el confort

térmico de viviendas de Ayapiteg, Huánuco 2022”. Título. Presentada por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; el objetivo principal de esta investigación fue evaluar como el uso de Ichu (*Stipa Ichu*) en la bioconstrucción afecta el confort térmico de las viviendas de Ayapiteg, Huánuco, durante el año 2022; el tipo de metodología es aplicada, con enfoque cuantitativo, diseño cuasi-experimental, los resultados indicaron que la implementación del Ichu en los módulos de bioconstrucción produjo una variación de temperatura interna de 4.93°C en comparación con el exterior, y 2.91°C respecto a otro modulo sin la misma dosificación de Ichu. En términos de humedad, hubo una variación de 8.05% en el módulo con mayor dosificación de Ichu en comparación con el exterior, y de 4,53% respecto al otro modulo. Las diferencias en la dosificación de Ichu también mostraron un impacto significativo en la eficiencia energética y el medio ambiente, la investigación concluyó el uso de Ichu en la construcción de viviendas mejora significativamente el confort térmico interno, tanto en temperatura como la humedad, comparado con las técnicas de construcción convencionales. El Ichu se presenta como opción viable y sostenible para las regiones andinas con climas fríos extremos.

Cueva e Ynga (2021), su trabajo de investigación “Aprovechamiento de la fibra y zumo de maguey (*Agave Americana*) para el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la mampostería de adobe tradicional en el Centro Poblado de Pichipampa-Huánuco-2021”. Título. Presentada por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; el objetivo principal de esta investigación fue analizar como la fibra y el zumo de maguey influye en las propiedades del adobe tradicional para mejorar su durabilidad y resistencia, incrementando así la vida útil de las viviendas rurales. Fue una investigación aplicada con enfoque cuantitativo, nivel experimental y diseño experimental. Los resultados mostraron que la incorporación de fibra de maguey en un 0.25% incrementó significativamente las resistencias mecánicas, como la comprensión unitaria en un 140.63%, la comprensión en pila en un 139.99% y la tracción indirecta en un 123.22%. Además, el uso de jugo

de maguey (20kg/L) mejoró las propiedades físicas, aumentando la resistencia a la succión en un 215.32%, aunque el adobe convencional se desintegró durante las pruebas de absorción. En conclusión, la combinación de fibra y zumo de maguey representa una alternativa sostenible y económica para mejorar la calidad del adobe, ofreciendo una solución viable para las viviendas.

Gómez y Soto (2021), su trabajo de investigación “Propiedades físico-mecánicas del mortero con cáscara de huevo frente a uno convencional, en muros de albañilería, distrito de Pillco Marca-Huánuco 2022”. Título. Presentada por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; el objetivo principal de esta investigación fue evaluar las propiedades físico-mecánicas de un mortero experimental con adición de cascara de huevo frente a un mortero convencional, determinando su viabilidad en la construcción de muros de albañilería. Fue una investigación aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño experimental, que analizó diferentes proporciones de cascara de huevo (5%, 10%, 15% y 20%) en un mortero de dosificación 1:6, comparándolos con un mortero convencional de dosificación 1:4. Los resultados mostraron que el mortero con 10% de cáscara de huevo cumplió con las normas técnicas peruanas y presentó propiedades similares al mortero convencional, además de una reducción en los costos de construcción por el menor uso de cemento. En conclusión, la adición de cáscara de huevo en morteros es viable y económica, manteniendo las propiedades físico-mecánicas necesarias para la construcción de muros de albañilería.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. AISLANTE TÉRMICO

El aislante térmico se define como el uso de materiales con alta resistencia al paso del calor, diseñados para minimizar su transferencia entre las superficies del material. Son fundamentales en la construcción ya que protegen del frío y del calor, favoreciendo la eficiencia energética al reducir el consumo sin afectar el confort. (Palomo, 2017).

2.2.2. AGAVE

Los agaves, también conocidos como magueyes, son plantas perennes adaptadas a climas secos, con gran relevancia en México debido a su importancia cultural, económica y ambiental durante más de 7,000 años. Estas especies, caracterizadas por sus hojas suculentas y su metabolismo CAM que les permite conservar agua en periodos de sequía. Los agaves se han utilizado históricamente para producir alimentos, fibras, materiales de construcción y bebidas tradicionales como el té. (García, 2007).

2.2.3. PROTOTIPO DE ADOBE

El prototipo de vivienda con adobe es una alternativa versátil y adaptable a los recursos disponibles, caracterizándose por su sostenibilidad y respeto al medio ambiente. Su estructura liviana permite su implementación en terreno con baja capacidad de carga, facilitando la construcción. Además, su bajo costo lo convierte en una opción accesible para personas con recursos económicos limitados. (Gándara, 2024).

2.2.4. COMPOSICIÓN DEL MORTERO

El mortero es el resultado de la combinación y transformación de diversos materiales, por lo que la calidad del producto final depende en gran medida las propiedades de sus componentes. Durante su fabricación, la selección de las materias primas es un factor determinante en su desempeño y durabilidad. Entre sus elementos principales se encuentran el ligante, el agregado y en ciertos casos, los aditivos que pueden mejorar sus características. (Ontiveros, 2001).

2.2.5. ESPESOR ÓPTIMO DEL MORTERO

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el espesor de los morteros puede variar de 5 mm a 20 mm. Solo para el tipo de muro indicado en la figura, puede utilizarse un espesor de 40 mm según muestra en el aparejo correspondiente. (N.T.E 0.80, p. 19, 2017).

2.2.6. ESPESOR DE REVOQUE

Los morteros aplicados en capas gruesas presentan un comportamiento similar. La red iberoamericana PROTERRA (2003) sugiere espesores de 0.5 a 1 cm para morteros de tierra en muros del mismo material, mientras que el manual de la Pontificia Universidad Católica del Perú (2001) recomienda un espesor de 2 cm. (López, 2017).

2.2.7. EFICIENCIA TÉRMICA

Se refiere a la capacidad de un hogar para utilizar la energía de manera efectiva, minimizando las pérdidas energéticas. Esto se logra mediante la implementación de un buen aislamiento térmico, que incluye mejorar las condiciones de puertas y ventanas, así como utilizar materiales adecuados en techos y paredes. (Ortiz, 2023).

2.2.8. RESISTENCIA TÉRMICA

La resistencia térmica indica la capacidad de un material para oponerse al flujo de calor por conducción. Un mayor valor de resistencia térmica dificulta la transferencia de calor, mejorando así su función como aislante. Este parámetro es el inverso de la conductividad térmica, representada por la letra lambda (λ), y es fundamental en el diseño del aislamiento en edificaciones. Cuanto mayor sea la resistencia térmica, más eficiente será el aislamiento, reduciendo el consumo energético necesario para climatizar el edificio. (PPC Group, 2024).

2.2.9. MANTENIMIENTO DE LA TEMPERATURA

El control de la temperatura en las viviendas durante el invierno es esencial para mantener un ambiente cómodo y saludable. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la temperatura mínima recomendada en el hogar durante la temporada invernal no debe ser inferior a los 18 grados Celsius. Para garantizar el bienestar de los ocupantes, se sugiere un rango ideal entre 18 y 24 grados Celsius. (Factor energía, 2024).

2.2.10. VARIACIÓN DE TEMPERATURA

Las fluctuaciones de temperatura reflejan la diferencia entre un valor registrado y una temperatura estándar o promedio de referencia. Cuando estas variaciones son positivas, indican que la temperatura media es superior a la de referencia, mientras que una variación negativa señala que la temperatura registrada es inferior a dicho valor. (Orús, 2025).

2.2.11. FACILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

La facilidad de implementación se refiere a cuan sencillo es instalar los materiales aislantes. Un estudio sobre aislante térmico elaborado con fibras naturales y otros componentes destacó que su instalación fue rápida y económica, logrando una reducción del flujo de calor en un 26%. (Peña y Roman, 2018).

2.2.12. DURABILIDAD DE FIBRAS NATURALES

La durabilidad de fibras naturales está influenciada por el tipo específico y el tratamiento que reciben. Las investigaciones indican que ciertos tratamientos pueden mejorar su resistencia al deterioro causado por factores ambientales y plagas, lo cual es fundamental para su uso como aislantes térmicos. (Chea, 2022).

2.2.13. RESISTENCIA DE FIBRAS NATURALES

La resistencia se refiere a la capacidad mecánica que tienen las fibras naturales para soportar cargas sin romperse. Este aspecto es crucial al considerar su aplicación en construcciones donde se requiere tanto aislamiento térmico como soporte estructural. (Peña y Roman, 2018).

2.2.14. CONFORT TÉRMICO

El confort térmico se refiere a la sensación general de bienestar que experimentan las personas en un espacio cerrado, influenciada por factores como la temperatura del aire, la humedad y la circulación del

mismo. Un aislamiento térmico adecuado es clave para lograr un ambiente confortable, ya que ayuda a mantener condiciones óptimas dentro del hogar. Al implementar sistemas eficientes y materiales aislantes, se puede asegurar que los niveles de temperatura y humedad se mantengan dentro de rangos agradables, mejorando así la calidad de vida de los habitantes. (Colque, 2016).

2.2.15. IMPACTO ECONÓMICO DE FIBRAS NATURALES

El impacto económico del uso de fibras naturales como aislantes puede ser positivo a largo plazo; aunque el costo inicial puede ser mayor, los beneficios incluyen menores gastos energéticos y un mantenimiento reducido gracias a su durabilidad y eficiencia. (Peña y Roman, 2018).

2.2.16. NORMA E.080 (DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA)

Es una norma técnica de carácter obligatorio que forma parte del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del Perú, esta norma técnica de carácter obligatorio tiene como finalidad principal la especificación de los criterios técnicos y requisitos de calidad para todas las fases de un proyecto de tierra reforzada, como el adobe, abarcando el diseño, la sección de materiales, los métodos constructivos, la supervisión y el mantenimiento. Presta especial atención a la seguridad estructural, con hincapié en el comportamiento sismorresistente, así como la preservación de la durabilidad, exigiendo una protección adecuada contra los efectos de humedad y la erosión por intemperie (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

2.2.17. NORMA EM.110 (CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO CON EFICIENCIA ENERGÉTICA)

Esta norma técnica del RNE se enfoca en la habitabilidad y el consumo energético, estableciendo las exigencias mínimas que debe satisfacer la envolvente de una edificación (muros, cubiertas, etc.) en el territorio peruano. Su objetivo es garantizar el confort termo-lumínico de los usuarios y fomentar el uso eficiente de la energía. Para ello, la norma

específica los parámetros límite de desempeño térmico, como la transmitancia térmica máxima (Valor U) y la resistencia térmica mínima (Valor R), que son requeridos para cada zona climática del país. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

2.2.18. ASTM C1363-19 (MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA EL DESEMPEÑO TÉRMICO-CAJA CALIENTE)

Es un método de alta precisión diseñado para evaluar el rendimiento térmico de ensamblajes constructivos. El procedimiento se basa en el uso de un “Aparato de Caja Caliente” (Hot Box), que genera una diferencial de temperatura controlado entre una cámara caliente y un fría, con la muestra de ensayo sirviendo como barrera entre ambas. Mediante la medición del flujo de calor y las temperaturas superficiales y ambientales en un estado estacionario, el método permite calcular con exactitud las propiedades de transmisión de calor, siendo las más relevantes la conductividad térmica (k) y la resistencia térmica (R) (ASTM International, 2024).

2.2.19. ASTM D3359-17 (MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA MEDIR LA ADHERENCIA POR PRUEBA DE CINTA)

Este estándar proporciona métodos de campo para valorar la adherencia de un recubrimiento (como un mortero o pintura) a su sustrato. El método más utilizado, Método B, consiste en practicar una serie de cortes entrecruzados como rejillas, que penetren el recubrimiento hasta el sustrato. Posteriormente, se aplica firmemente una cinta adhesiva estandarizada sobre la rejilla y se retira bruscamente. La evaluación es visual y se basa en una escala de clasificación de 0B a 5B, que cuantifica el porcentaje de recubrimiento que se desprende de la cuadrícula, donde 5B representa una adherencia total y 0B un fallo de adherencia casi completo (ASTM International, 2017).

2.2.20. ASTM E514-08 (MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA PENETRACIÓN Y FUGA DE AGUA A TRAVÉS DE MAMPOSTERÍA)

Detalla un procedimiento de laboratorio diseñado para evaluar la resistencia de ensamblaje de mampostería (un muro) a la penetración y eventual fuga de agua. El ensayo simula las condiciones de una lluvia intensa impulsada por el viento, para lo cual aplica una película continua de agua sobre la cara exterior del espécimen de muros, mientras al mismo tiempo se ejerce presión de aire estática y uniforme sobre esa misma cara. El propósito de este método no es replicar las complejas y variables condiciones del clima real, sino más bien establecer un procedimiento estandarizado y replicado que permita la comparación de manera objetiva el impacto de variables como los materiales, el diseño del muro, la calidad de la mano de obra, o la efectividad de los recubrimientos para resistir el paso del agua (ASTM International, 2010).

2.2.21. NTP 339.128 (MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO)

Esta Norma Técnica Peruana especifica el procedimiento de ensayo para determinar la distribución granulométrica de un suelo, es decir, la proporción de partículas de diferentes tamaños que lo componen. Se trata de un análisis geotécnico fundamental, pues la textura (proporción de gravas, arenas, limos y arcillas) es la base para la clasificación del suelo. Conocer esta clasificación es indispensable para estimar el comportamiento físico-mecánico del material, incluyendo su permeabilidad, plasticidad y resistencia, lo cual es vital para su uso en proyectos de construcción (Instituto Nacional de Calidad, 1999).

2.2.22. ASTM C136/C136M-14 (MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS)

Es un procedimiento estándar para la caracterización de agregados finos (arena) y gruesos (grava) utilizados en la fabricación de morteros, concreto y otras aplicaciones de ingeniería. El estándar detalla

el proceso de hacer pasar una muestra seca de agregado, de peso conocido, a través de una pila de tamices con mallas de aberturas estandarizadas y decrecientes, generalmente mediante agitación mecánica. El resultado del ensayo es la distribución porcentual de los tamaños de partícula, lo que permite determinar si el agregado cumple con las especificaciones requeridas para su uso (ASTM International, 2020).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Cabuya

La cabuya es reconocida por su alta resistencia y durabilidad, lo que la hace ideal para mejorar las propiedades mecánicas de materiales de construcción como el adobe, incrementando su resistencia a su resistencia a la compresión y flexión (López, 2019).

Figura 1

Cabuya (Agave)



Fuente: Cotrina (2019)

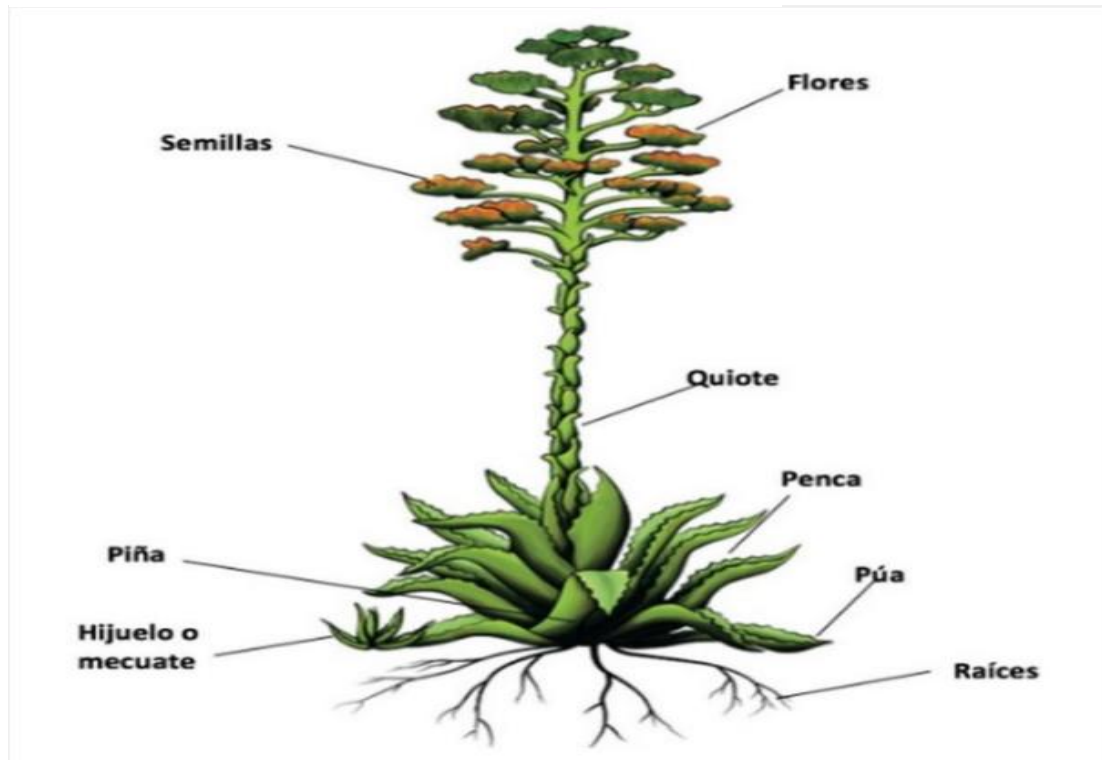
Maguey

El maguey, perteneciente al género *Agave*, es una planta suculenta que se encuentra principalmente en las regiones áridas de México. Además, las hojas del maguey pueden ser transformadas en materiales aislantes,

aprovechando sus propiedades térmicas y su disponibilidad local. Estudios recientes han demostrado que los paneles fabricados con hojas de maguey pueden ofrecer un buen rendimiento como aislantes, representando una opción sostenible para la construcción (Cotrina, 2019).

Figura 2

Maguey y sus partes



Fuente: Pérez (2021)

Adobe

El adobe es un bloque de tierra cruda moldeado y secado al aire, luego asentado con mortero de tierra. Originalmente modelado a mano, su producción evolucionó con moldes, convirtiéndose en una alternativa más económica al ladrillo cocino (Gatti, 2012).

Figura 3

Elaboración de adobe



Fuente: Baraya (2022)

Revoque

El revoque es una capa de mortero hecha con tierra fina, arena y aditivos, aplicada en estado semilíquido sobre muros, tabiques o techos. Su color y textura varían según los paridos y pigmentos empleados. (Gatti, 2012).

Figura 4

Revoque de tierra



Fuente: García (2023)

Mortero

El mortero de tierra utilizado en construcciones patrimoniales se compone de tierra, estabilizantes, aditivos y agua. Posteriormente, su superficie era recubierta con pintura de tierra o materiales de origen natural (López, 2017).

Figura 5

Mortero con fibras de Agave



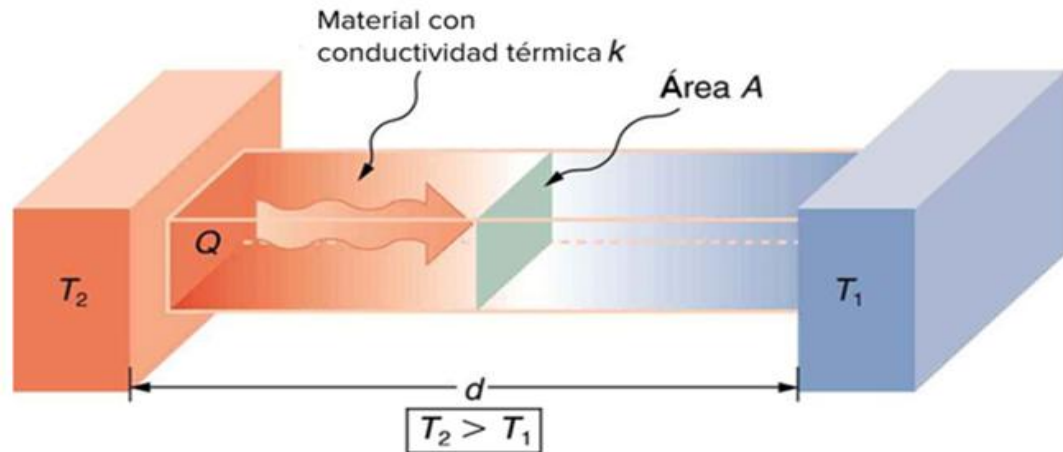
Fuente: Slow Studio (2024)

Conductividad térmica

La conductividad térmica es una propiedad que indica como un material puede transferir calor a través de él. Expresándose en vatios por metro-kelvin (W/m.K). Investigaciones sobre paneles biocompuestos que utilizan fibras de maguey han demostrado que estos materiales pueden tener valores competitivos de conductividad térmica, lo que resalta su potencia como aislante en la construcción (Ramírez, 2018).

Figura 6

Conductividad térmica



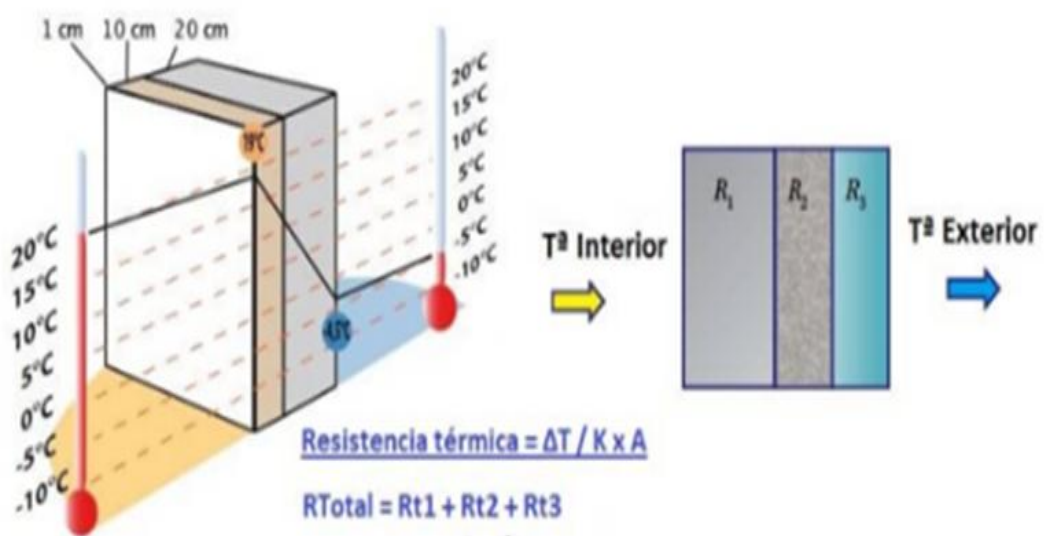
Fuente: Openstax College Physics (2022)

Resistencia térmica

La resistencia térmica se refiere a la capacidad de un material para resistir el flujo de calor a través de él. Los materiales que presentan una gran resistencia térmica son especialmente útiles en climas extremos, ya que ayudan a regular la temperatura interna y reducir la necesidad de sistema adicionales de calefacción o refrigeración (Rhonatherm, 2018).

Figura 7

Resistencia térmica



Fuente: Área tecnología (2017)

Tiempo de conservación de temperatura

El tiempo de conservación de temperatura se refiere al periodo durante el cual un alimento o material puede mantener una temperatura específica sin sufrir cambios significativos en su calidad o seguridad. Este concepto es fundamental en la industria alimentaria y en la construcción, especialmente cuando se utilizan materiales aislantes (González, 2021).

Tiempo de instalación

El tiempo de instalación de fibras naturales se refiere al periodo necesario para implementar estos materiales en una construcción. Este tiempo puede variar dependiendo del tipo de fibra utilizada, la técnica de instalación y la experiencia del equipo de trabajo. Las fibras naturales, como las del maguey, generalmente requieren procedimientos específicos para asegurar su efectividad como aislantes térmicos (Peña y Román, 2018).

Mano de obra

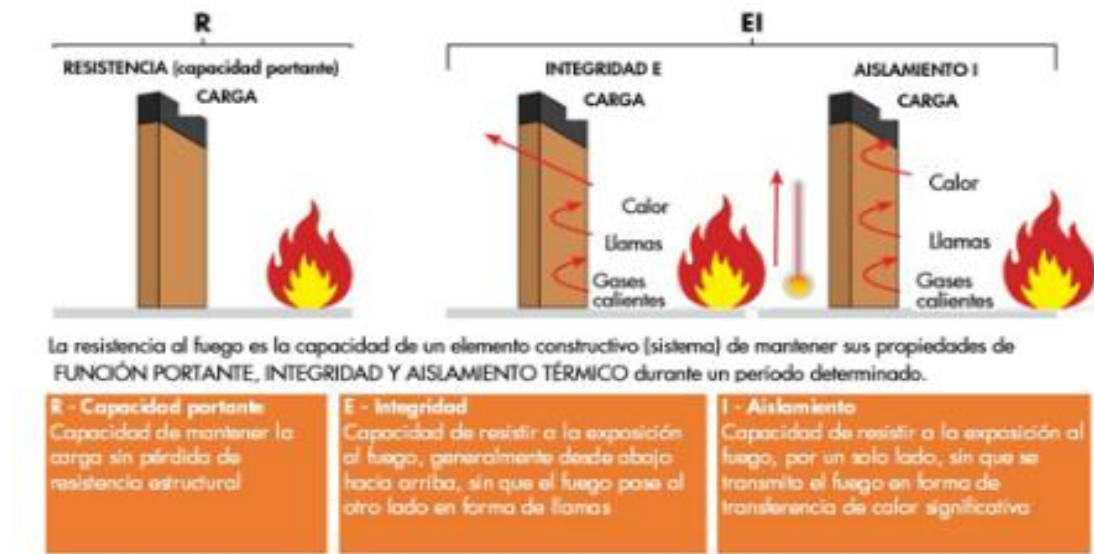
La mano de obra en la construcción utilizando materiales naturales, se refiere al conjunto de trabajadores que participan directamente en la ejecución de un proyecto constructivo (Trindade, 2024).

Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de las fibras naturales se refiere a su capacidad para resistir la ignición y limitar la propagación del fuego. Aunque muchas fibras naturales son más inflamables que los materiales sintéticos, su resistencia al fuego puede mejorar mediante tratamientos específicos (Caballero, 2008).

Figura 8

Diferencia entre resistencia, integridad y aislamiento



Fuente: Knauf Insulatoo (sf).

Resistencia a la humedad

La resistencia a la humedad se refiere a la capacidad de las fibras naturales para resistir la absorción de agua y mantener sus propiedades estructurales en condiciones húmedas (Viera, 2021).

Durabilidad

La durabilidad de los compuestos reforzados con fibras naturales, se refiere a la capacidad del material para mantener sus propiedades mecánicas y estructurales a lo largo del tiempo, especialmente a cuando se expone a condiciones ambientales adversas (Mayandi, 2019).

Reducción de temperatura

La reducción de temperatura se refiere a las estrategias y métodos utilizados para disminuir la temperatura en un ambiente determinado (Smith, 2019).

Costo-beneficio

El análisis costo-beneficio es una herramienta utilizada para evaluar viabilidad económica de un proyecto o inversión. Este análisis implica comparar los costos asociados con la implementación de una solución (como

el uso de placas de agave como aislante térmico) con los beneficios que se derivan de ella, como el ahorro en costos energéticos y la mejora del confort térmico (Smith, 2019).

Placas

Las placas de fibras naturales son materiales fabricados a partir de fibras vegetales que se utilizan como aislantes térmicos y acústicos en la construcción. Estas placas ofrecen ventajas significativas, como su capacidad para regular la humedad y su menor impacto ambiental en comparación con los materiales sintéticos. Las fibras naturales, como las del maguey o el sisal, puede ser procesadas para formar paneles que no solo son efectivos en térmicos, sino que también son biodegradables (Viera, 2021).

Figura 9

Placas con fibras naturales



Fuente: Peña y Román (2018)

Granulometría

La granulometría se refiere al análisis y clasificación del particular de un material granular en función de su tamaño. Este proceso es crucial para determinar la distribución de tamaño de las partículas, lo cual influye directamente en las propiedades físicas del material, como su resistencia, permeabilidad y estabilidad (NTP 339.128, 1999).

Tamices

Los tamices son instrumentos utilizados para separar partículas sólidas según su tamaño mediante el uso de mallas o rejillas. En el ámbito de la ingeniería civil y la construcción, los tamices son fundamentales para realizar análisis granulométricos de materiales como arena y grava. Esto asegura que los materiales cumplan con las especificaciones necesarias para su uso en diversas aplicaciones estructurales (ASTM C136/C136M-14, 2020).

Figura 10

Tamices para la granulometría



Fuente: UCA (sf).

Temperatura

La temperatura es una magnitud física que indica el nivel de calor o frío de un cuerpo o ambiente, reflejando la energía cinética promedio de las partículas que lo componen. Este parámetro es fundamental en diversas disciplinas, incluyendo la ingeniería civil, ya que influye en las propiedades y el comportamiento de los materiales de construcción. (Escobar, 2010).

Termómetro

Un termómetro es un dispositivo que mide una propiedad de la materia conectada a través de una ley física al concepto de “temperatura”, definida por la termodinámica. El conocimiento sobre la temperatura obtenida depende tanto de la calidad de medición como de la teoría en la que se basa la ley física utilizada (Pobell, 2007).

Termohigrómetro

El termohigrómetro es un instrumento de medición dual, es decir se basa en la combinación de dos sensores dentro de un mismo equipo, está diseñado para determinar de forma conjunta los valores de temperatura y humedad relativa en un entorno (Salazar, 2023).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El uso del mortero con fibras de agave mejora significativamente el aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú-2025.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

HE1: Existe una proporción óptima de fibras de agave que maximizará la capacidad de aislamiento térmico del mortero.

HE2: La técnica de revestimiento de barro maximizará la durabilidad del mortero de tierra con fibras de agave y la protección del muro de adobe contra la humedad y la erosión, cumpliendo con los criterios de la Norma E0.80 sobre mantenimiento y protección de edificaciones de tierra.

HE3: La aplicación del mortero con fibras de Agave aumentará la resistencia térmica en los muros de adobe, mejorando el confort térmico en el interior de la vivienda.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Mortero con fibras de agave.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Aislante térmico.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALAS
VI: Mortero con fibras de agave.	Esta fase se refiere al proceso de revestir los muros con un mortero con tierra compuesta con fibras de Agave, con el propósito de reducir las altas temperaturas. Las propiedades aislantes del Agave permiten crear una barrera efectiva contra el frío, reduciendo la pérdida de calor y contribuyendo a un ambiente interno más confortable.	Procedimiento del revestimiento de los muros con un mortero con tierra compuesta con fibras de Agave para evaluar su efecto en la reducción de temperatura.	-Eficiencia térmica	-Conductividad térmica (W/m.K). -Resistencia térmica (m^2K/W).	-Caja caliente (Hot box) y Termómetro.	La escala a escalar es METODOLOGÍA: Enfoque cuantitativo.
	Evans (1992), menciona que el Agave se utiliza para la producción de medicinas, materiales de construcción, combustible y otros productos (p.175).		-Composición del mortero.	-Proporción de fibras de Agave (g). -Proporción de tierra (Kg).	-Balanza digital, Tijeras y Recipientes.	
			-Espesor del mortero.	-Espesor final.	-Balanza digital y Recipientes. -Regla metálica.	
VD: Aislante térmico.	Este concepto se refiere al proceso de disminuir la transferencia de calor frío a través	Medición de la temperatura en los muros antes	-Confort térmico.	-Nivel de confort percibido por los habitantes.	-Termómetro.	La escala a escalar es METODOLOGÍA:

de los muros de una vivienda. Esto se puede lograr mediante la aplicación de aislantes térmicos en los muros como placas de Agave, lo que ayuda a evitar la pérdida de calor y mantiene una temperatura interna estable. La temperatura en las edificaciones esta influenciada de calor a través de los materiales que componen sus muros, lo que afecta el confort térmico interno (ASHRAE, 2017).	y después de la instalación de las placas de Agave.	-Impacto económico en los hogares.	-Costo del revestimiento.	-Fichas. Datos recogidos de las fichas de campo.	Enfoque cuantitativo.
		-Estabilidad térmica.	-Reducción de la temperatura ambiente en comparación con viviendas sin aislamiento (°C).		

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo aplicada. Según (Hernández Sampieri, 2014) la investigación aplicada tiene como objetivo fundamental resolver problemas específicos y prácticos. En este caso, el estudio se enfoca en dar solución a una problemática concreta: el bajo confort térmico en las viviendas de adobe en la zona del CC. PP Nauyan Rondos. Para ello, se busca generar conocimiento práctico y directamente utilizable a través del desarrollo y la evaluación de un mortero con fibras de agave que mejore el aislamiento térmico.

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de esta investigación es cuantitativo. Este enfoque, como lo describen Hernández Sampieri (2014), se basa en la recolección y el análisis de datos numéricos para probar hipótesis y determinar patrones de comportamiento. Se caracteriza por ser secuencial y probatorio, midiendo los fenómenos de manera objetiva. Este enfoque se evidencia en la recolección de datos numéricos para todas las variables de estudio. Estos datos serán analizados estadísticamente para obtener resultados generalizados y responder de manera objetiva a las preguntas de investigación.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El alcance será de tipo explicativo. Esta elección se fundamenta en que el estudio no se limita a describir las propiedades de un nuevo material, sino que pretende demostrar la relación de causa y efecto entre la adición de fibras de agave (la variable independiente) y la mejora en el desempeño térmico de los muros de adobe (la variable dependiente). De acuerdo con Hernández Sampieri (2014), el alcance explicativo está orientado a responder las causas de los fenómenos físicos, establecidos por qué y en qué condiciones ocurre un evento.

3.1.3. DISEÑO

El diseño de la investigación será de tipo experimental, el cual se define como un proceso que consiste en someter un objeto a un tratamiento para observar los efectos que se producen (Arias, 2012). Específicamente, este estudio se clasifica como cuasiexperimental, si bien se manipula intencionalmente la variable independiente, los grupos de comparación no se asignan de forma aleatoria. De acuerdo con Hernández Sampieri (2014), un diseño es cuasiexperimental cuando no hay una asignación aleatoria. En este caso se trabajará con grupos intactos, es decir, un módulo de adobe de control y un módulo experimental construido para este fin. Esta selección dirigida, tanto de los módulos como la de la vivienda de validación, justifica la elección de este diseño metodológico.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio comprende la totalidad de las viviendas del CC.PP. de Nauyan Rondos. Estas se caracterizan por su ubicación en una zona altoandina de Huánuco, que presenta temperaturas frías significativas, y por el uso predominante del adobe en su construcción. De acuerdo con el último censo nacional, se tienen 16 viviendas ocupadas (INEI, 2017), las cuales, en su mayoría, carecen de un aislamiento térmico adecuado.

3.2.1. MUESTRA NO PROBABILÍSTICA

El muestreo para este estudio es de tipo no probabilístico, específicamente intencional o por criterio. Esto se debe a que las unidades de análisis no se seleccionaron al azar, sino que fueron escogidas deliberadamente por la investigación basándose en criterios de inclusión predefinidos. Este método se alinea con la definición de Carrasco (2006), quien señala que en las muestras no probabilísticas la elección de los elementos no es aleatoria y, por ende, no busca la representativa estadística para generalizar los resultados a toda la población. El propósito fundamental de este enfoque es asegurar que las

unidades seleccionadas sean las más adecuadas para responder a los objetivos experimentales de la presente tesis.

3.2.2. MUESTRAS INTENCIONADAS

De acuerdo con Carrasco (2006), este tipo de muestreo implica que el investigador, basándose en su conocimiento del tema y de la población, selecciona deliberadamente los elementos que considera más representativa o adecuada para los fines del estudio. La selección no se rige al azar ni por reglas estadísticas, sino por el criterio experto para poner a asegurar la representatividad de la muestra.

Con el apoyo de un guía local para identificar aquellas que preliminarmente cumplieran con los criterios establecidos. De este subgrupo de aproximadamente 4 viviendas, se procedió a contactar a los propietarios para explicar el proyecto. Finalmente, se seleccionaron 3 viviendas cuyos dueños firmaron el consentimiento informando y que cumplieran con todos los criterios establecidos.

Teniendo en cuenta esta información, la muestra que se seleccionará se basará en criterios específicos de la Norma E0.80 “Diseño y construcción con tierra reforzada”, para evaluar y filtrar que viviendas cumplen con estos criterios, los cuales son los siguientes:

- 1. Ubicación (Artículo 4.1):** Excluir viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo de desastres naturales como inundaciones, avalanchas, aluviones, huaycos o suelos con inestabilidad geológica.
- 2. Número de pisos (Artículo 4.2):** Dado que Nauyan Rondos se encuentra en Huánuco, que según la Norma E.030 está en zona sísmica 3, limitar la muestra a viviendas de un solo piso.
- 3. Tipo de suelo (Artículo 4.3):** Eliminar viviendas cimentadas en suelos granulares, cohesivos blandos o arcillas expansivas.
- 4. Espesor mínimo de muros (Artículo 6.1):** Incluir solo viviendas con muros de un espesor mínimo de 0.40 metros.
- 5. Sobrecimiento (Artículo 7.2):** Seleccionar viviendas con sobrecimientos que se eleven sobre el nivel del terreno no menos de 0.30 metros y tengan un ancho mínimo de 0.40 metros.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la presente investigación, se emplearon técnicas e instrumentos para cada variable de estudio. Para la obtención de las fibras de agave, se utilizó la Cabuya y herramientas manuales. Para la primera fase se realizaron probetas de mortero con diferentes porcentajes de fibras de Agave, luego se evaluó su conductividad térmica con el método de la caja caliente (hot box), siguiendo los lineamientos de la Norma EM. 110 de confort térmico y lumínico con eficiencia energética. Los valores obtenidos se contrastaron con el rango de referencia de la norma y esto permitió determinar la proporción óptima de fibras en el mortero.

En la segunda fase se aplicaron diferentes ensayos al mortero seleccionado, considerando pruebas como de fisuración, adherencia con cinta, erosión por agua, erosión abrasiva por cepillado y absorción por capilaridad, de acuerdo con lo recomendado en la NTP E.080 y en marcos metodológicos internacionales de evaluación de resistencia frente al agua en construcción de tierra.

Para la tercera etapa se midió la temperatura en la vivienda y el prototipo, se registró las variaciones de temperatura en los muros internos antes y después del tarrajeo con fibras de agave. Se registró con la técnica de monitoreo in-situ usando un termómetro digital y un termohigrómetro, el proceso visual se documentó con fotos y fichas de observación.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

La técnica principal fue de carácter experimental-comparativo, el cual se ejecutó en dos fases. Primero se elaboró probetas en el laboratorio con diferentes porcentajes de fibras de agave. Segundo, se realizó los ensayos correspondientes y se obtuvo el porcentaje más óptimo. Tercero, se realizó ensayos para verificar la durabilidad el mortero. Cuarto, se aplicó el mortero en las viviendas y luego se realizó

la evaluación de las temperaturas en un periodo de 24 horas, y se registró los datos.

3.3.3. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

El análisis de datos se centrará en una técnica comparativa-cuantitativa utilizando el programa Microsoft Excel para procesar la información recolectada. Se crearán tablas y graficas de barras para contrastar los resultados de laboratorio y gráficos de líneas para visualizar la evolución de la temperatura, buscado así un comportamiento térmico más eficiente para mejorar el confort térmico en las viviendas de Nauyan Rondos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. RESULTADOS DEL PORCENTAJE OPTIMO

Se obtuvo el porcentaje optimo, dando como resultado diferentes temperaturas, determinando con un cálculo el mejor porcentaje.

Tabla 1

Calibración de la caja caliente (hot box) con el triplay

Material de referencia:		Triplay 14 mm		
Conductividad térmica del material (W/m·K):		0.14 (EM.110)		
Espesor del material (m):		0.012 (EM.110)		
Resistencia térmica del material (m ² ·K/W):		0.0857 (EM.110)		
		Temp.		
Corrida	Temp. Caja Caliente (°C)	Caja Fría (°C)	Diferencia de temp. (°C)	
1	42	36.7	5.3	
2	42.5	36	6.5	
3	41.8	37	4.8	
Promedio de las diferencias de temp.			5.53	

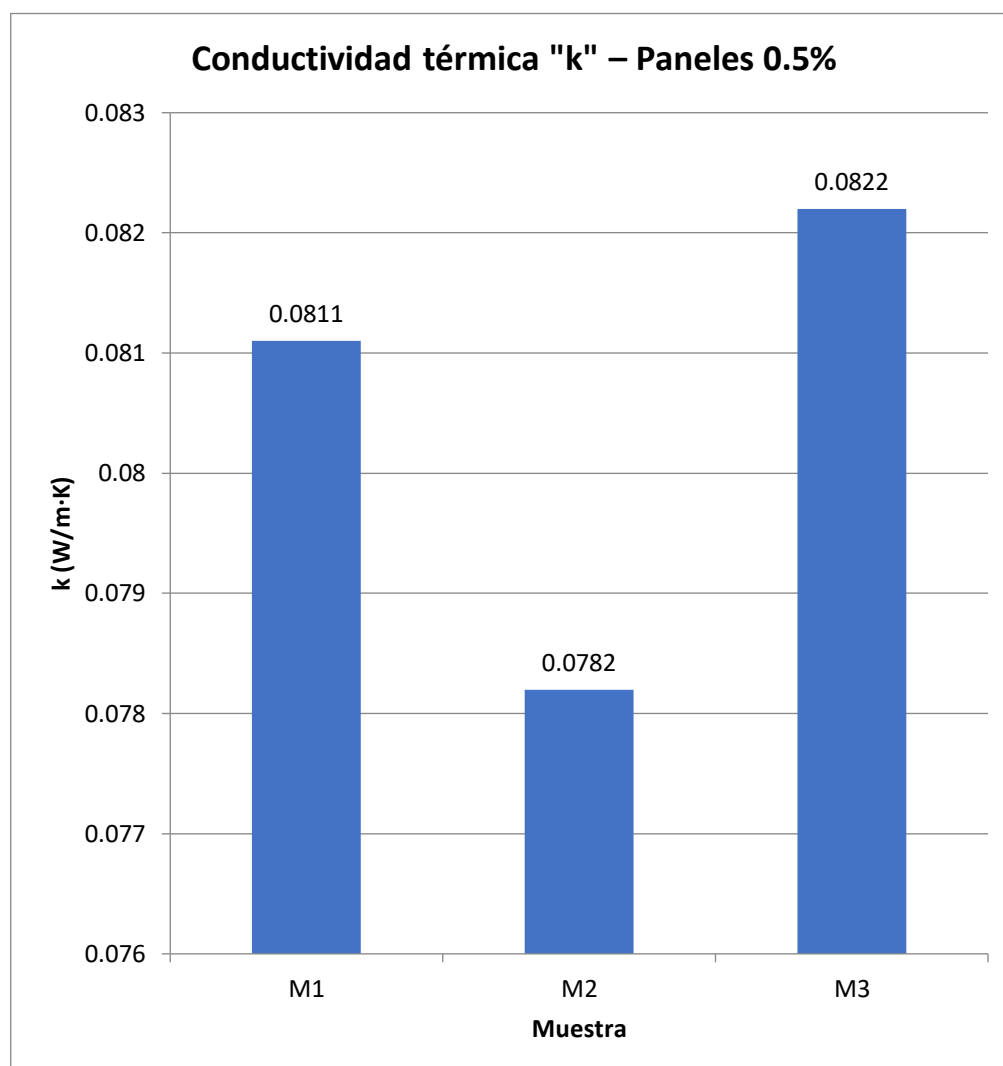
Tabla 2

Mediciones de las 3 réplicas de los paneles con 0.5 % porcentaje de fibra de agave

ID	% Fibra	Espesor del material (m):	Temp. Caja Caliente 1 (°C)	Temp. Caja Fría 1(°C)	Diferencia de temp. (°C)
M1	0.5	0.025	51.5	32.3	19.2
M2	0.5	0.025	52.5	32.5	20
M3	0.5	0.025	50.8	32.1	18.7
ID	% Fibra	Espesor del material (m):	Temp. Caja Caliente 2 (°C)	Temp. Caja Fría 2(°C)	Diferencia de temp. (°C)
M1	0.5	0.025	52.1	32.1	20
M2	0.5	0.025	53.1	32.1	21
M3	0.5	0.025	50.6	31	19.6
ID	% Fibra	Espesor del material (m):	Temp. Caja Caliente 3 (°C)	Temp. Caja Fría 3(°C)	Diferencia de temp. (°C)
M1	0.5	0.025	52.4	31.9	20.5
M2	0.5	0.025	52.8	31.9	20.9
M3	0.5	0.025	52	31.4	20.6
Muestras			M1	M2	M3
Promedio de las diferencias de temp.			19.9000	20.6333	19.6333
Resistencia térmica de la muestra (m².K/W)			0.3083	0.3196	0.3041
Conductividad térmica (W/m·K)			0.0811	0.0782	0.0822

Figura 11

Conductividad térmica "k" - Paneles 0.5%

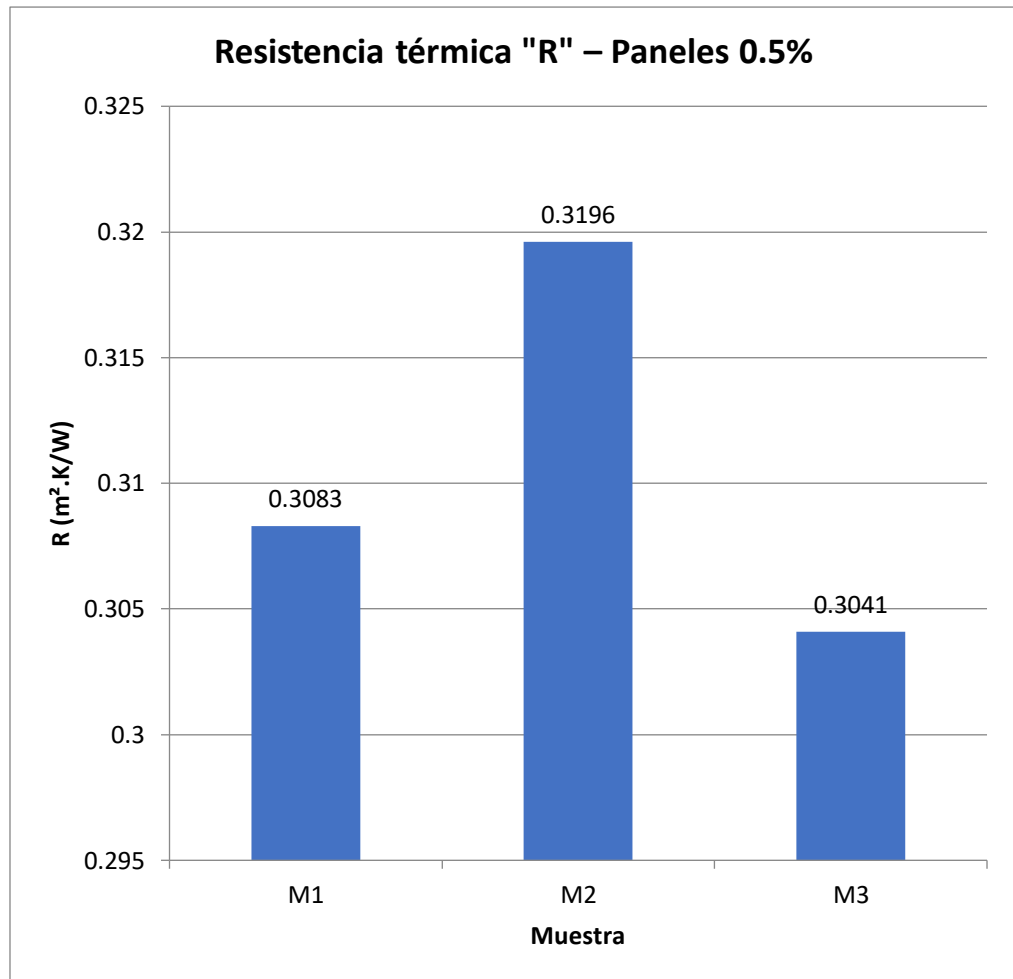


Interpretación:

En el gráfico se ve el desempeño de las tres, con un promedio $k=0.0805$ W/m. La muestra M2 presenta la menor $k=0.0782$ W/m. k seguida de la M1= 0.0811 W/m. k y M3= 0.0822 W/m.k. La mejora relativa entre muestra y la peor muestra es de 4.9%. Se observa que la M2 es la que tiene una baja conductividad térmica, a diferencia de las demás.

Figura 12

Resistencia térmica "R" - Paneles 0.5%



Interpretación:

En el gráfico se ve el desempeño de las tres muestras, la resistencia térmica de cada muestra: La muestra M2 alcanza $R = 0.3196 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, seguida por la M1 $= 0.3083 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ y M3 $= 0.3041 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, se observa que la muestra M2 es la que tiene una mejor resistencia térmica.

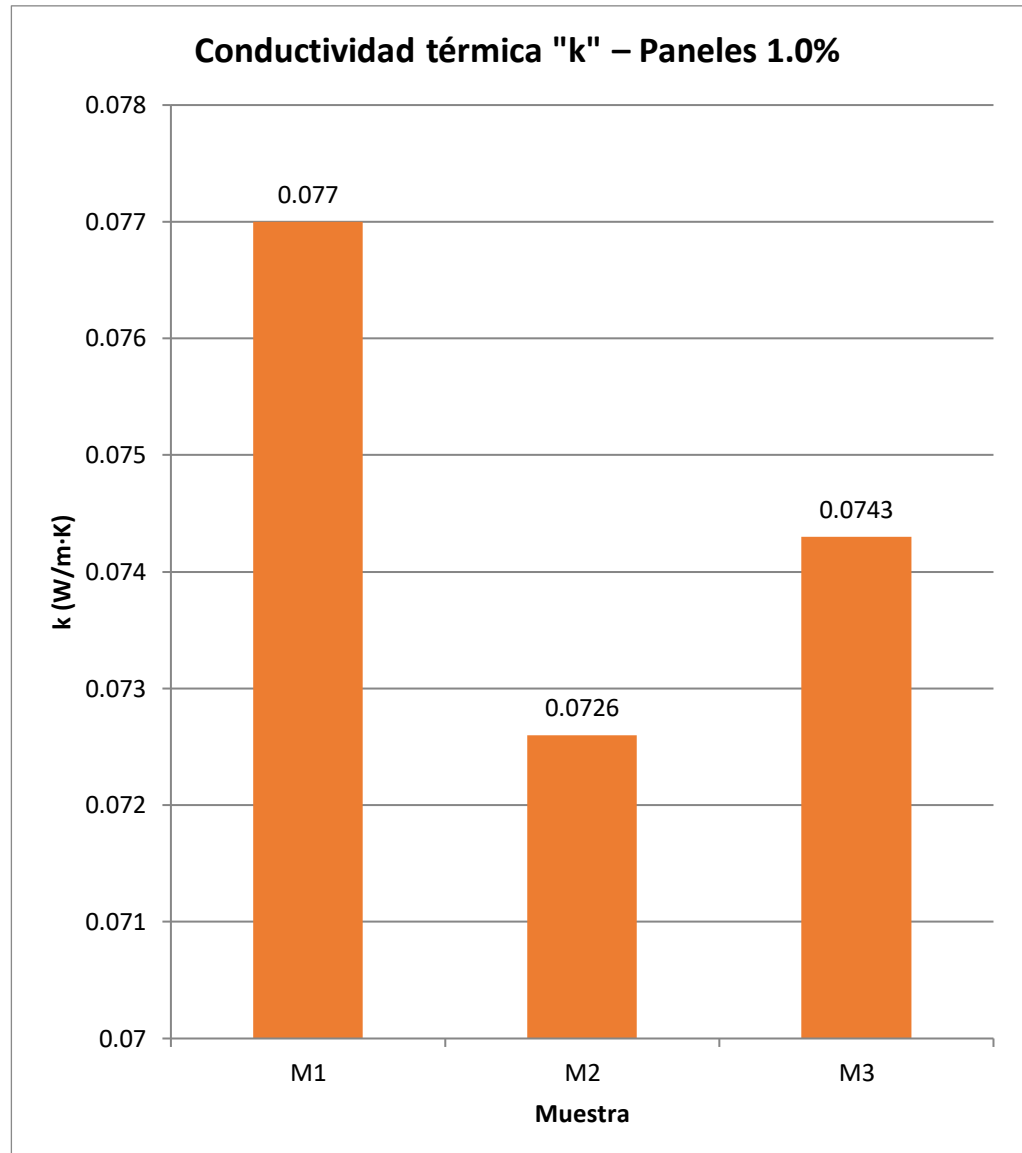
Tabla 3

Mediciones de las 3 réplicas de los paneles con 1.0 % porcentaje de fibra de agave

ID	% Fibra	Espesor del material (m):	Temp. Caja Caliente 1 (°C)	Temp. Caja Fría 1(°C)	Diferencia de temp. (°C)
M1	1.0	0.025	52.6	31.9	20.7
M2	1.0	0.025	53.8	31.7	22.1
M3	1.0	0.025	53.8	32.5	21.3
ID	% Fibra	Espesor del material (m):	Temp. Caja Caliente 2 (°C)	Temp. Caja Fría 2(°C)	Diferencia de temp. (°C)
M1	1.0	0.025	53.1	31.7	21.4
M2	1.0	0.025	54	31.3	22.7
M3	1.0	0.025	54.3	32.2	22.1
ID	% Fibra	Espesor del material (m):	Temp. Caja Caliente 3 (°C)	Temp. Caja Fría 3(°C)	Diferencia de temp. (°C)
M1	1.0	0.025	52.9	32.1	20.8
M2	1.0	0.025	53.2	31.3	21.9
M3	1.0	0.025	54	32.2	21.8
Muestras			M1	M2	M3
Promedio de las diferencias de temp.			20.9667	22.2333	21.7333
Resistencia térmica de la muestra (m².K/W)			0.3248	0.3444	0.3367
Conductividad térmica (W/m·K)			0.0770	0.0726	0.0743

Figura 13

Conductividad térmica "k" - Paneles 1.0%

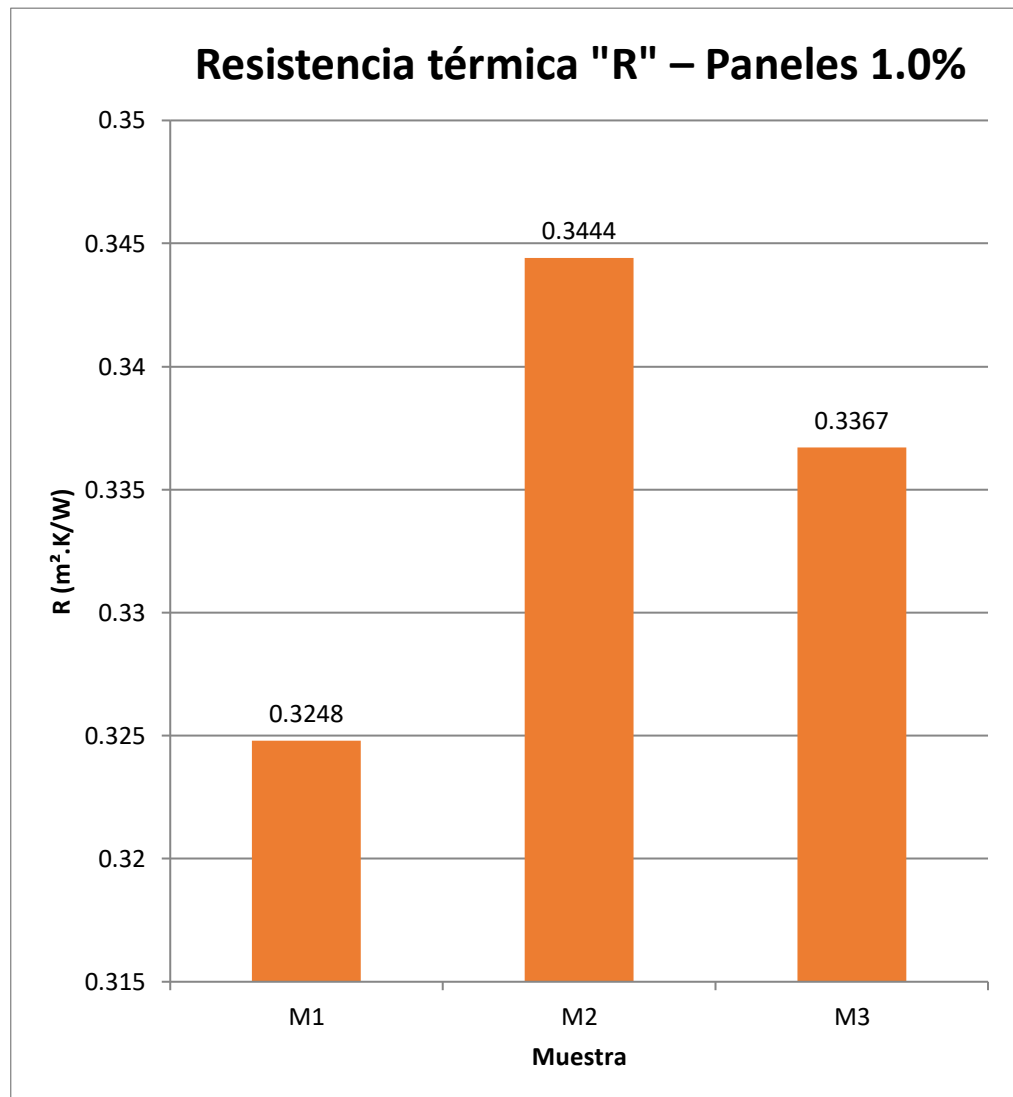


Interpretación:

En el gráfico se ve el desempeño de las tres muestras, con un promedio $k=0.0746$ W/m. La muestra M2 presenta la menor $k=0.0726$ W/m. k seguida de la M3= 0.0743 W/m. k y M1= 0.0770 W/m. k . La mejora relativa entre muestra y la peor muestra es de 5.7%. Se observa que la M2 es la que tiene una baja conductividad térmica, a diferencia de las demás.

Figura 14

Resistencia "R" - Paneles 1.0%



Interpretación:

En el gráfico se ve el desempeño de las tres muestras, la resistencia térmica de cada muestra: La muestra M2 alcanza $R = 0.3444 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, seguida por la M3 $= 0.3367 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ y M1 $= 0.3248 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, se observa que la muestra M2 es la que tiene una mejor resistencia térmica.

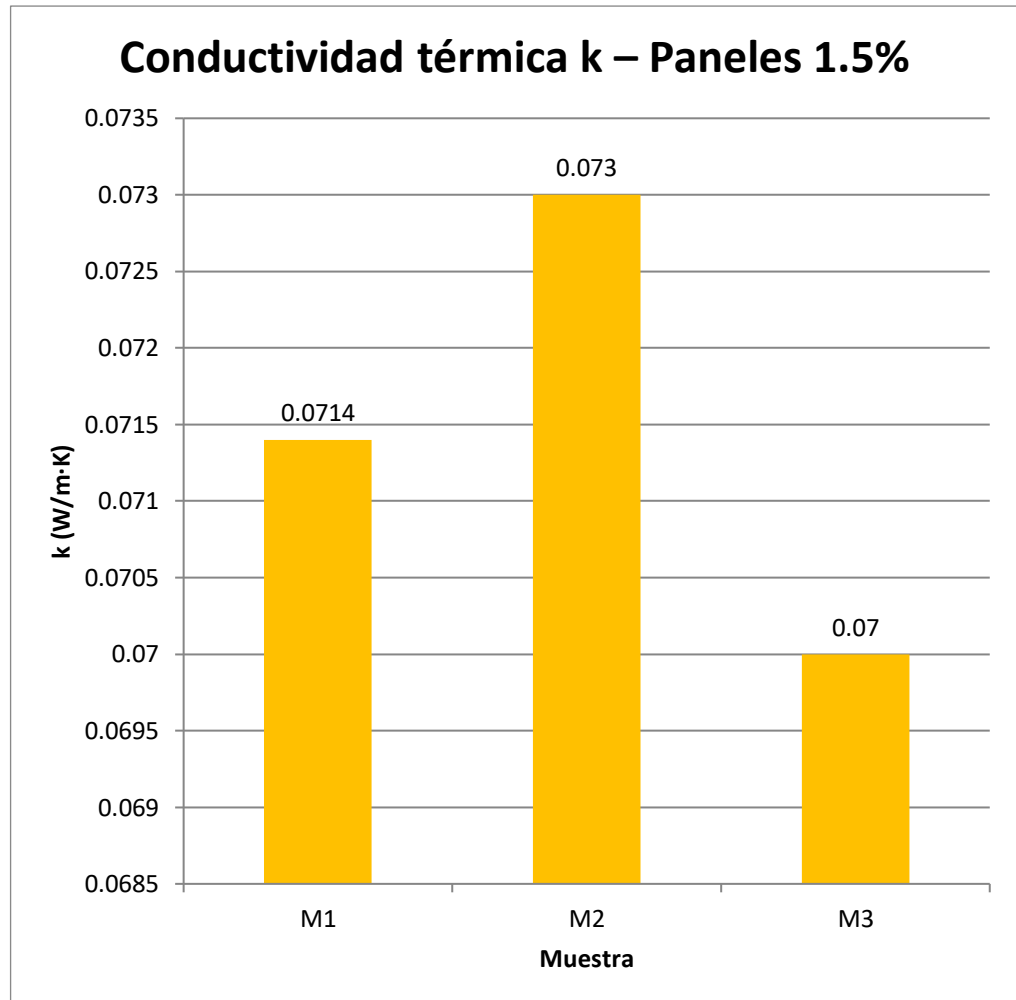
Tabla 4

Mediciones de las 3 réplicas de los paneles con 1.5 % porcentaje de fibra de agave

ID	% Fibra	Espesor del material (m):	Temp. Caja Caliente 1 (°C)	Temp. Caja Fría 1(°C)	Diferencia de temp. (°C)
M1	1.5	0.025	55.7	33.4	22.3
M2	1.5	0.025	53.6	31.8	21.8
M3	1.5	0.025	55.5	32.9	22.6
ID	% Fibra	Espesor del material (m):	Temp. Caja Caliente 2 (°C)	Temp. Caja Fría 2(°C)	Diferencia de temp. (°C)
M1	1.5	0.025	56.1	32.9	23.2
M2	1.5	0.025	54	31.5	22.5
M3	1.5	0.025	56.1	32.5	23.6
ID	% Fibra	Espesor del material (m):	Temp. Caja Caliente 3 (°C)	Temp. Caja Fría 3(°C)	Diferencia de temp. (°C)
M1	1.5	0.025	55.4	33.1	22.3
M2	1.5	0.025	53.8	31.8	22
M3	1.5	0.025	55.7	32.7	23
Muestras			M1	M2	M3
Promedio de las diferencias de temp.			22.6000	22.1000	23.0667
Resistencia térmica de la muestra (m².K/W)			0.3501	0.3423	0.3573
Conductividad térmica (W/m·K)			0.0714	0.0730	0.0700

Figura 15

Conductividad térmica k - Paneles 1.5%

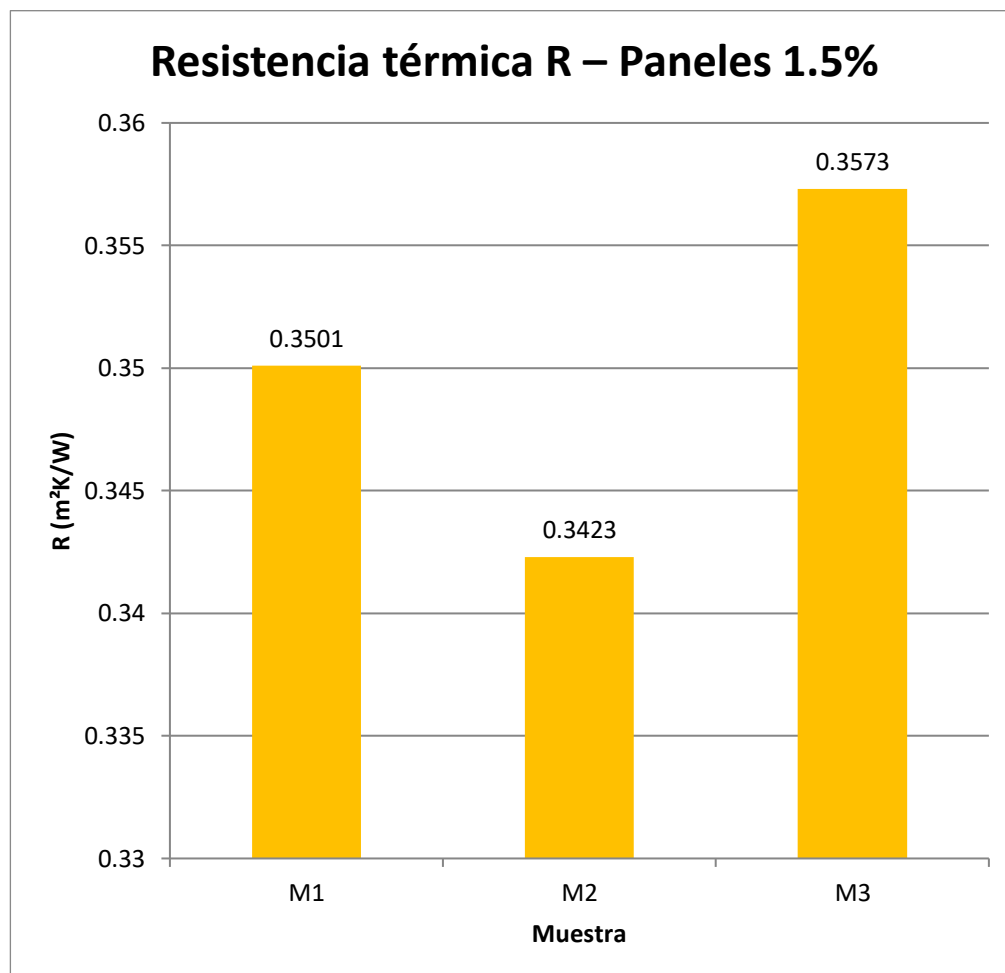


Interpretación:

En el gráfico se ve el desempeño de las tres muestras, con un promedio $k=0.0715$ W/m. La muestra M3 presenta la menor $k=0.0700$ W/m. k seguida de la M1= 0.0714 W/m. k y M2= 0.0730 W/m. k . La mejora relativa entre muestra y la peor muestra es de 4.1%. Se observa que la M3 es la que tiene una baja conductividad térmica, a diferencia de las demás.

Figura 16

Resistencia térmica R - Paneles 1.5%



Interpretación:

En el gráfico se ve el desempeño de las tres muestras, la resistencia térmica de cada muestra: La muestra M3 alcanza $R = 0.3573 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, seguida por la $M1 = 0.3501 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ y $M2 = 0.3423 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, se observa que la muestra M3 es la que tiene una mejor resistencia térmica.

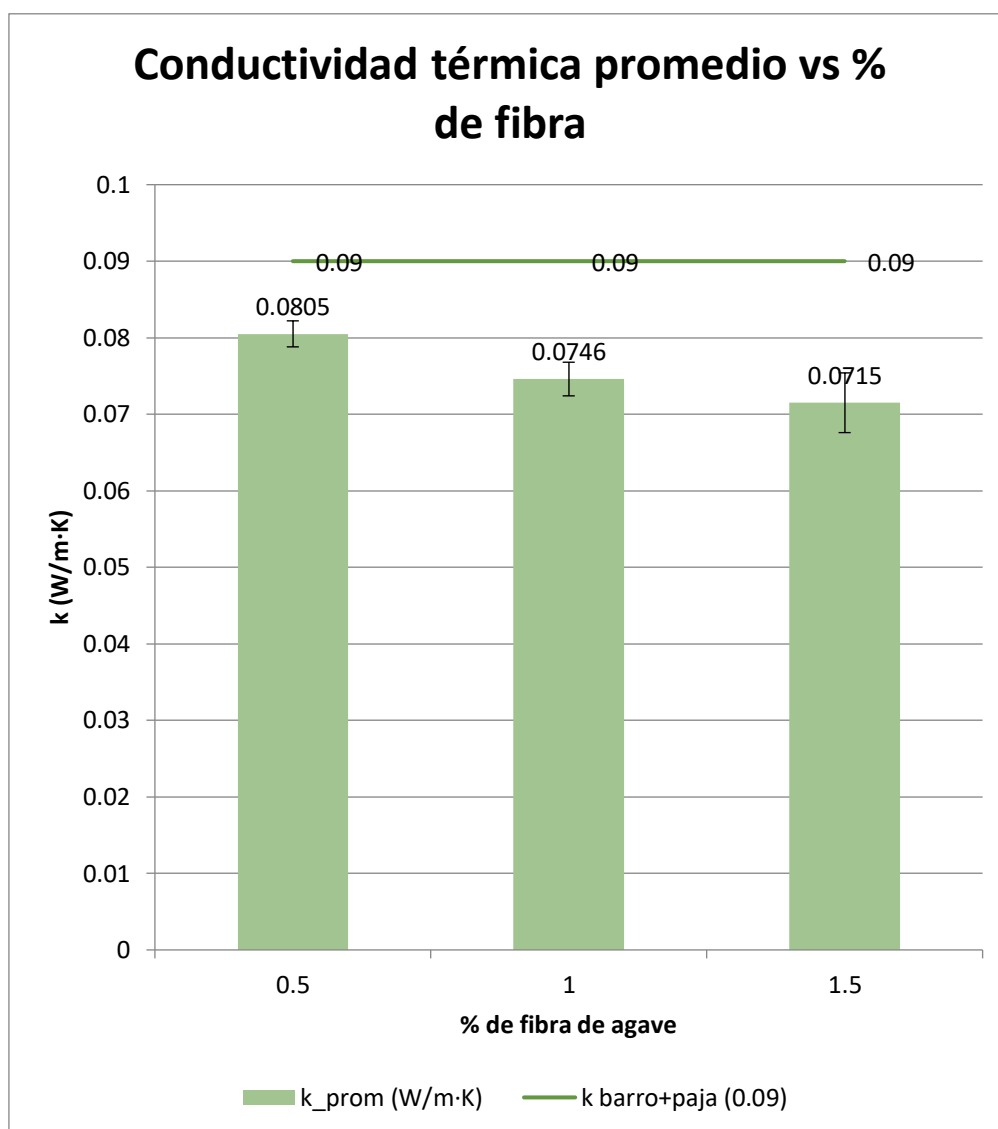
Tabla 5

Resumen de los resultados por porcentaje, porcentaje ganador y comparación con la EM. 110

% Fibra	Promedio de la conductividad térmica (W/m·K)	Desviación estándar de la conductividad térmica	Diferencia de temp. (°C)	N° de replicas
0.5 %	0.0805	0.0017	20.0556	3
1.0 %	0.0746	0.0022	21.6444	3
1.5 %	0.0715	0.0039	22.5889	3
Mejor porcentaje %			1.5 %	
Conductividad térmica mínima (W/m·K)			0.0715	
Conductividad térmica del barro + paja (W/m·K)			0.09	
¿La conductividad térmica de la fibra de agave + barro es menor que la conductividad térmica del barro + paja (W/m·K)?			Sí (más aislante)	
Diferencia de la conductividad térmica de la fibra de agave + barro vs barro+paja			0.2059 %	

Figura 17

Conductividad térmica promedio vs % de fibra

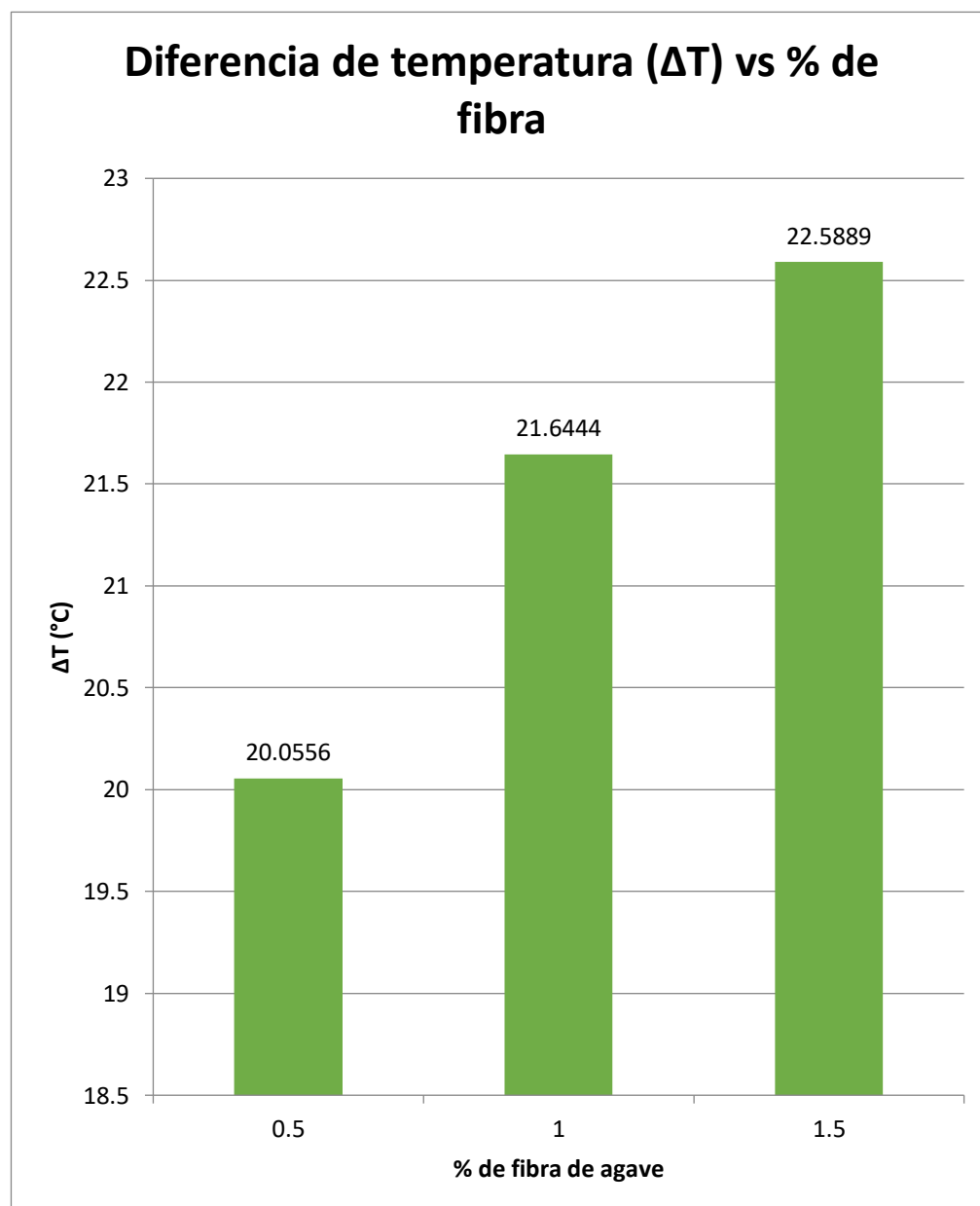


Interpretación:

En el gráfico se ve la tendencia descendente de los porcentajes de 0.5% a 1.5%, la conductividad térmica baja de 0.0805 $\text{W/m}\cdot\text{K}$ a 0.0715 $\text{W/m}\cdot\text{K}$, con una descendencia de -11.2%. El mejor desempeño es del porcentaje de 1.5% que es más aislante, seguido del 1.0% y el 0.5%, comparado con el barro+paja (0.09 $\text{W/m}\cdot\text{K}$), todos los porcentajes de fibra de agave están por debajo de la referencia.

Figura 18

Diferencia de temperatura (ΔT) vs % de fibra



Interpretación:

En el gráfico se ve la tendencia ascendente de la diferencia de temperatura, con 20.06 °C (0.5%), 21.64 °C (1.0%) y 22.59 °C (1.5%), el aumento de fibra mejora la capacidad de aislamiento, disminuye la conductividad térmica y aumenta la diferencia térmica.

4.1.2. RESULTADOS DE LA TÉCNICA DEL REVESTIMIENTO DE ACUERDO A LOS ENSAYOS ESTUDIADOS

Se realizó cinco ensayos (Fisuración, Adherencia, Erosión por agua, Erosión abrasiva, Capilaridad), realizando una comparación entre la muestra revestidas con fibras de agave y sin fibras de agave, dando como resultado lo siguiente:

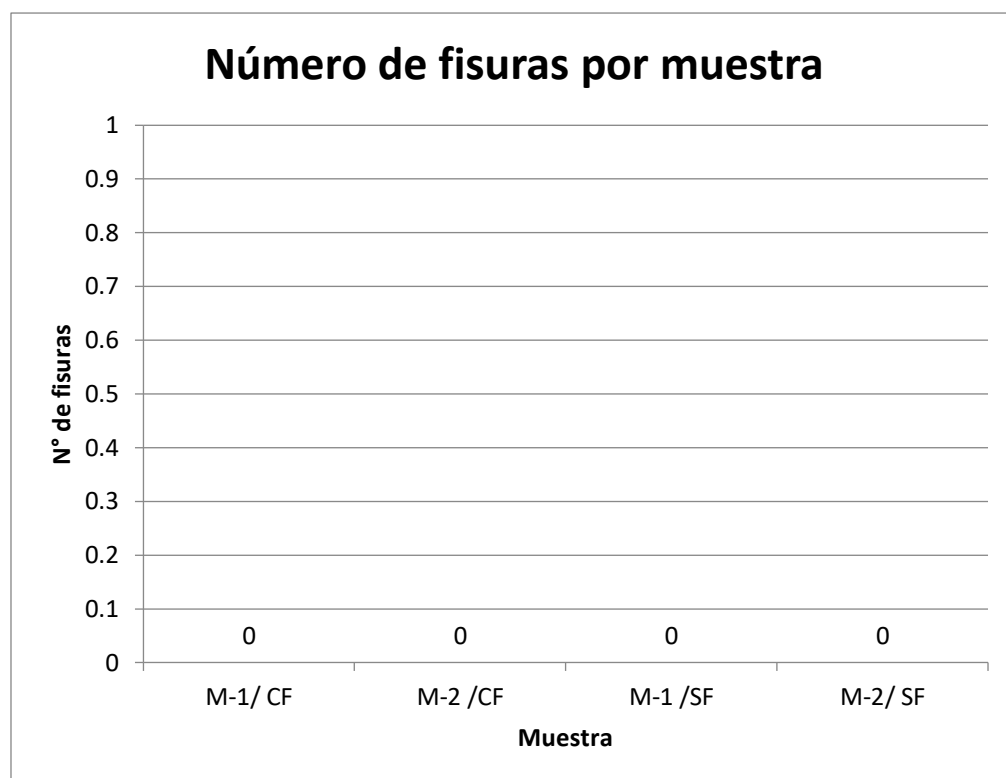
Tabla 6

Resultados del ensayo de Fisuración

ID	Tipo	N° de Fisuras	Longitud (cm)	Ancho (mm)	Observaciones
M-1	Con fibras (1.5%)	0	0	0	Sin fisuras aparentes
M-2	Con fibras (1.5%)	0	0	0	Sin fisuras aparentes
M-1	Sin fibras	0	0	0	Sin fisuras aparentes
M-2	Sin fibras	0	0	0	Sin fisuras aparentes
Mejor resultado	Ninguna de las muestras, con o sin fibras, presentó fisuración visible durante el periodo. Sin embargo, las probetas con fibras de agave (1.5%) mostraron mayor homogeneidad superficial y mejor cohesión, lo que sugiere una menor retracción potencial frente a ciclos de humedad más prolongados.				

Figura 19

Número de fisuras por muestra



Interpretación:

En el gráfico se ve que todas las muestras tanto con fibras (1.5%) y sin fibras, no presentan fisuras. El indicador es 100% tanto para con fibras (1.5%) y sin fibras, se confirma la ausencia de fisuras visibles en las todas las probetas.

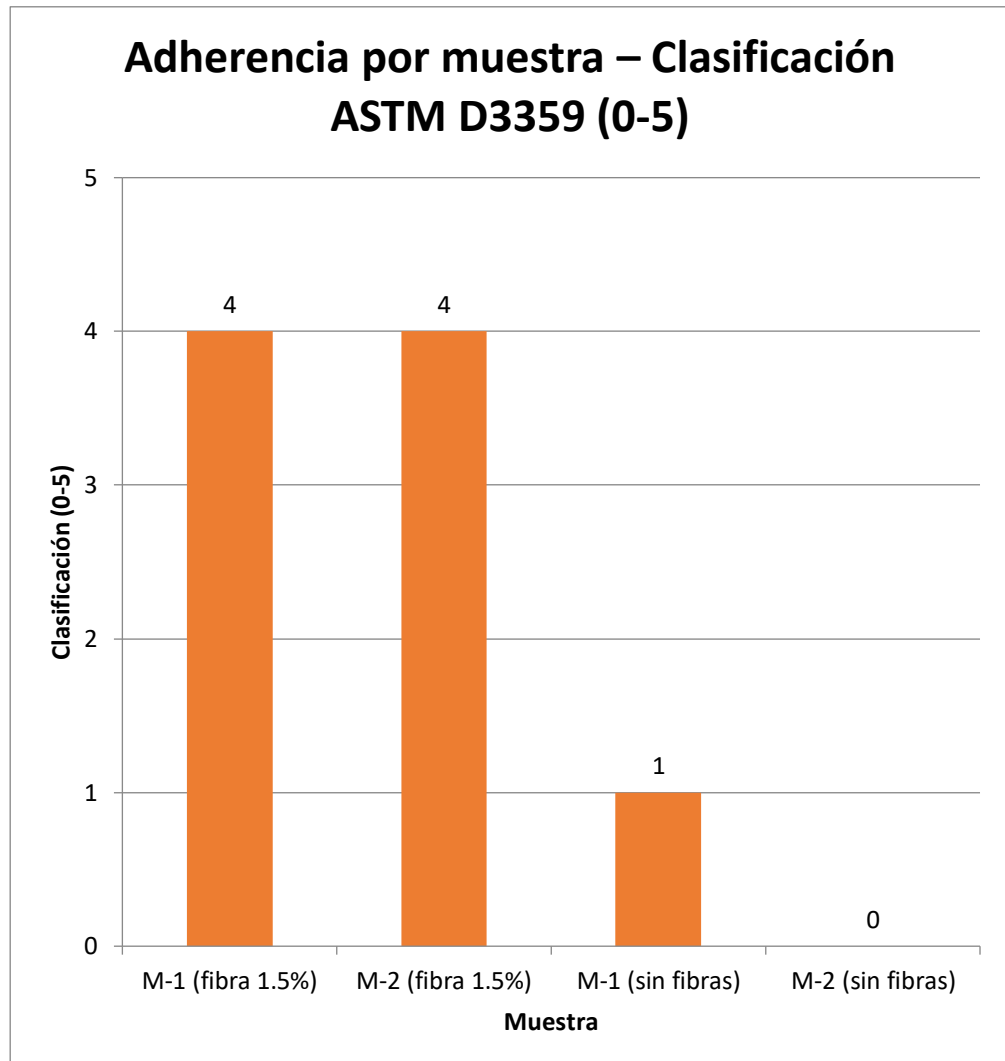
Tabla 7

Resultados del ensayo de adherencia con cinta

ID	Tipo	Clasificación (0-5)	Tipo de fallo	Desprendimiento (%)	Observaciones
M-1	Con fibras (1.5%)	4B	Sin falla	<5%	Desprendimiento muy leve.
M-2	Con fibras (1.5%)	4B	Sin falla	<5%	Desprendimiento muy leve.
M-1	Sin fibras	1B	Adhesivo	35% – 65%	Amplio desprendimiento, fallas en toda la cuadrícula.
M-2	Sin fibras	0B	Cohesivo	>65%	Desprendimiento total del recubrimiento superficial.
Mejor resultado	El revoque con fibras de agave (1.5 %) mostró una adherencia cuatro veces superior a la del revoque tradicional sin fibras, según la escala ASTM D3359.				

Figura 20

Adherencia por muestra - Clasificación ASTM D3359 (0-5)

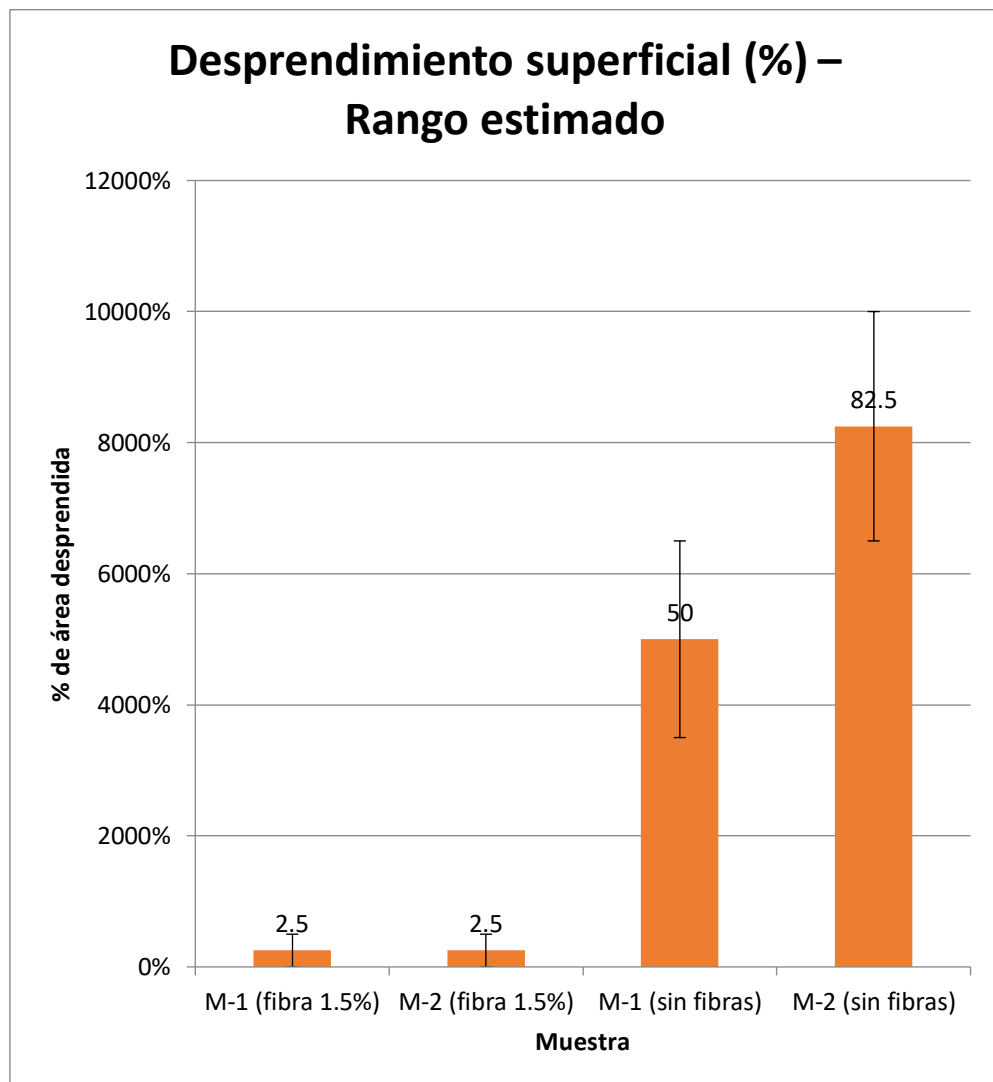


Interpretación:

En el gráfico se ve que todas las muestras con fibras de agave (1.5%) alcanzan 4B, mientras que las muestras sin fibras de agave se sitúan en 1B y 0B. Se evidencia una adherencia sustancialmente superior cuando se incorpora las fibras de agave e incluso permanece integro tras el corte y la prueba de cinta, contrario a la muestra sin fibras de agave, que muestran fallas en toda la cuadrícula y desprendimiento total.

Figura 21

Desprendimiento superficial (%) - Rango estimado



Interpretación:

En el gráfico se ve que todas las muestras con fibras de agave se concentran en <5% de desprendimiento, lo que confirma un daño muy leve. En cambio, las muestras sin fibras se ubican entre 35%-65% y >65%, describiendo desde fallas adhesivas hasta la el desprendimiento casi total. Se demuestra que la fibra de agave incrementa de forma marcada la adherencia del revoque.

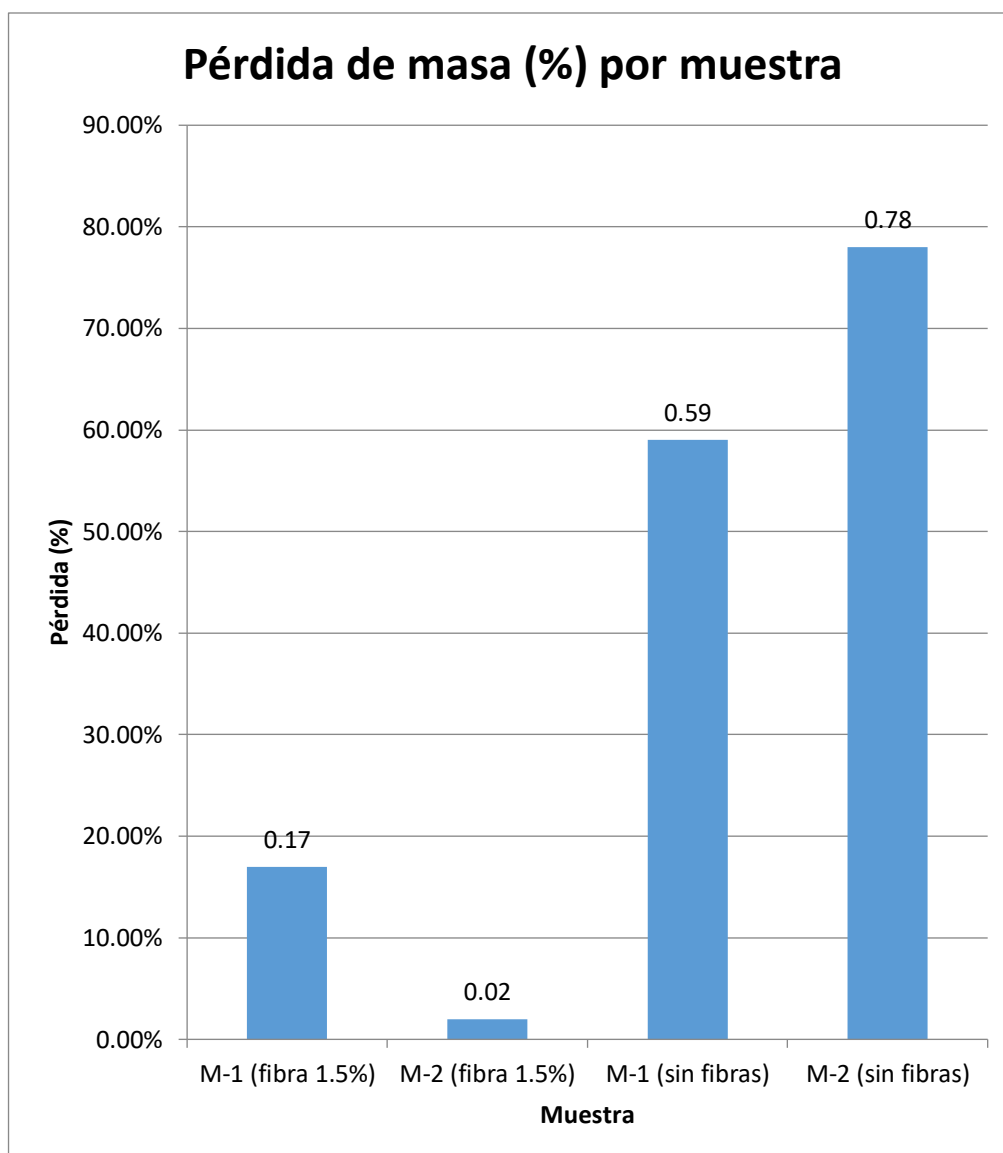
Tabla 8

Resultados del ensayo de erosión por agua

ID	Tipo	Peso seco (g)	Peso después del secado(g)	Pérdida de masa (g)	Pérdida de masa (%)	Evaluación
M-1	Con fibras (1.5%)	2724.7	2720.1	4.6	0.17%	
M-2	Con fibras (1.5%)	2970.5	2969.8	0.7	0.02%	
M-1	Sin fibras	3456.2	3435.8	20.4	0.59%	
M-2	Sin fibras	3084.8	3060.8	24	0.78%	Desprendimiento de la muestra.
Mejor resultado		Los revoques con fibras de agave (1.5%) mostraron pérdidas de masa 4 a 30 veces menores que los revoques sin fibras, lo que demuestra que la adición de fibras naturales incrementa la resistencia a la erosión por agua.				

Figura 22

Pérdida de masa (%) por muestra



Interpretación:

En el gráfico se ve que todas las muestras con fibras de agave (1.5%) presentan pérdidas muy bajas 0.17%-M1 y 0.02% M2. En contraste con las muestras sin fibras de agave, pierden 0.59%-M1 y 0.78%-M2, esta última con desprendimiento de la muestra. La adición del 1.5% de fibra de agave incrementa la resistencia a la erosión por agua, reduciendo la pérdida de masa y confirmado el efecto protector de estas fibras.

Tabla 9

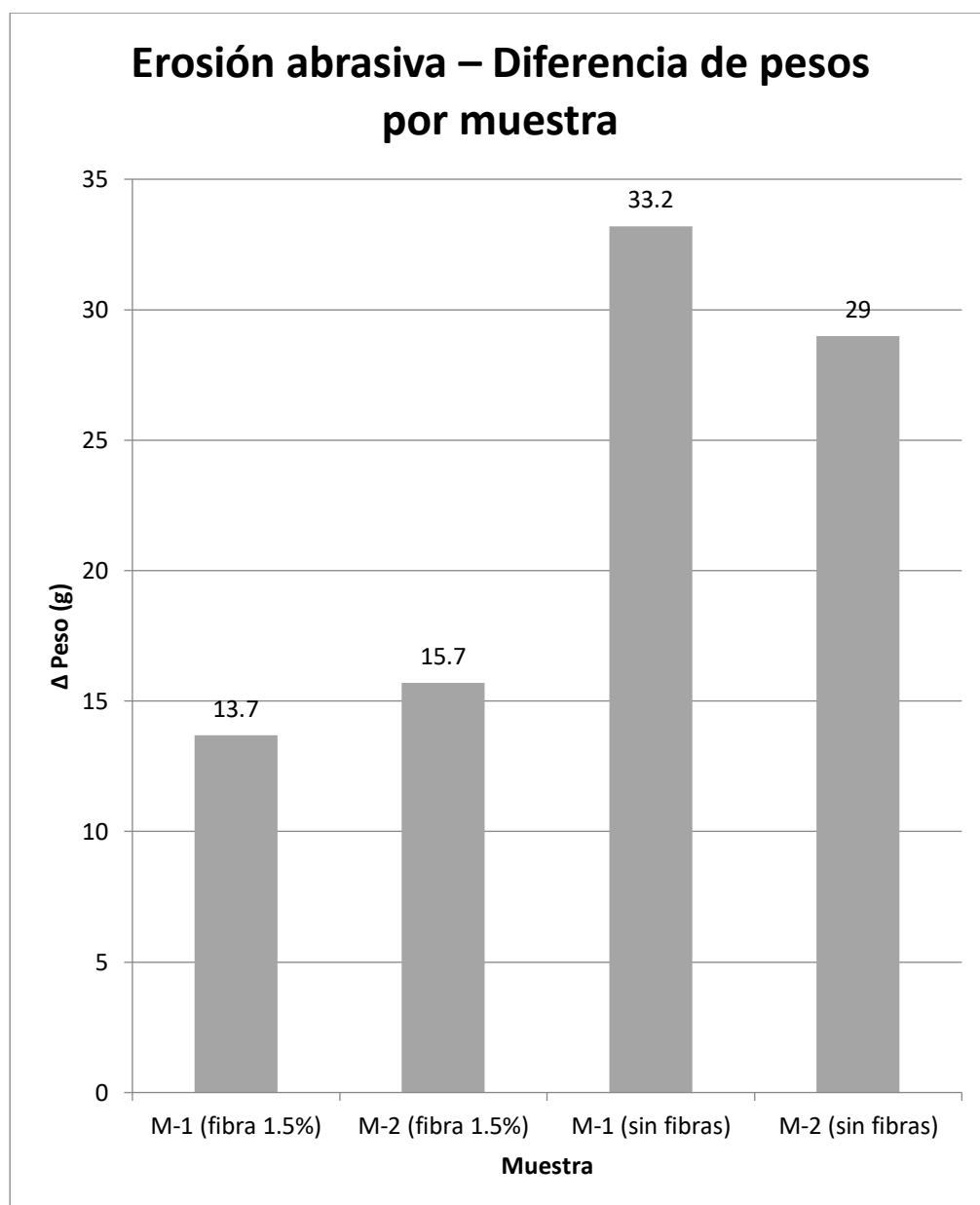
Resultados del ensayo de erosión abrasiva

ID	Tipo	Peso antes (g)	Peso despu és (g)	Diferen cia de pesos (g)	Pérd ida de espe sor (mm)
Con					
M-1	fibras (1.5%)	2720.1	2706.4	13.7	2
Con					
M-2	fibras (1.5%)	2969.8	2954.1	15.7	4
M-1	Sin fibras	3435.8	3402.6	33.2	9
M-2	Sin fibras	3060.8	3031.8	29	7

Mejor resultado Los morteros con fibra de agave mostraron una resistencia abrasiva alta, mientras que los revoques sin fibras evidenciaron erosión superficial significativa después de 50 pasadas de cepillado.

Figura 23

Erosión abrasiva - Diferencia de pesos por muestra

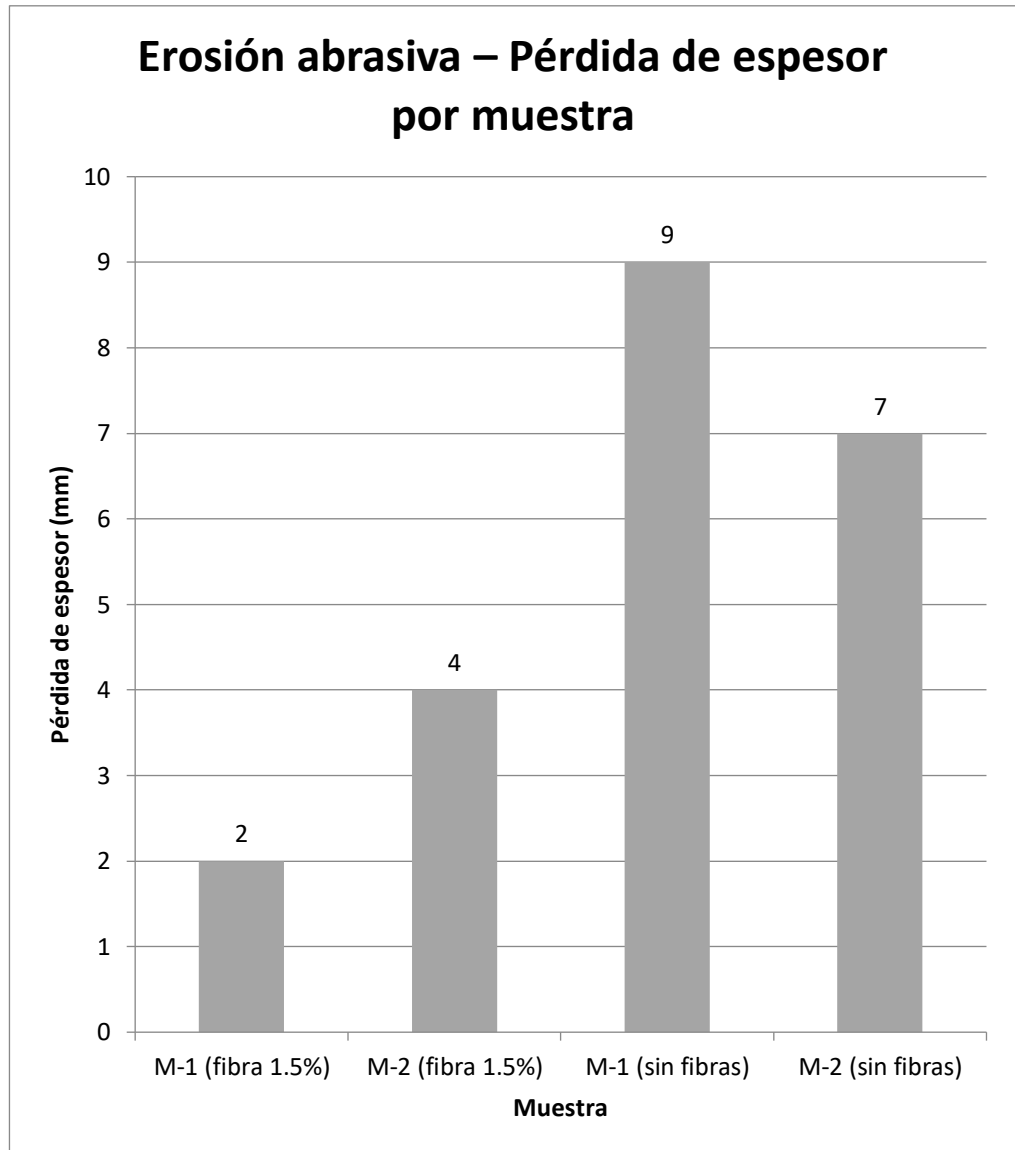


Interpretación:

En el gráfico se ve que todas las muestras con fibras de agave (1.5%) que la M-1 pierde 13.7 g y la M-2 pierde 15.7 g, mientras que las muestras sin fibras pierden M-1= 33.2 g y M-2 =29.0 g, lo que se entiende que existe un factor de mejora e indica mayor resistencia al desgaste por cepillado en los morteros reforzados con fibras de agave.

Figura 24

Erosión abrasiva - Pérdida de espesor por muestra



Interpretación:

En el gráfico se ve que todas las muestras con fibras de agave (1.5%) presentan pérdidas 2mm y 4mm de perdida de espesor, contra las muestras sin fibras de agave, pierden 9mm y 7mm. La adición del 1.5% de fibra de agave reduce la pérdida de masa y de espesor.

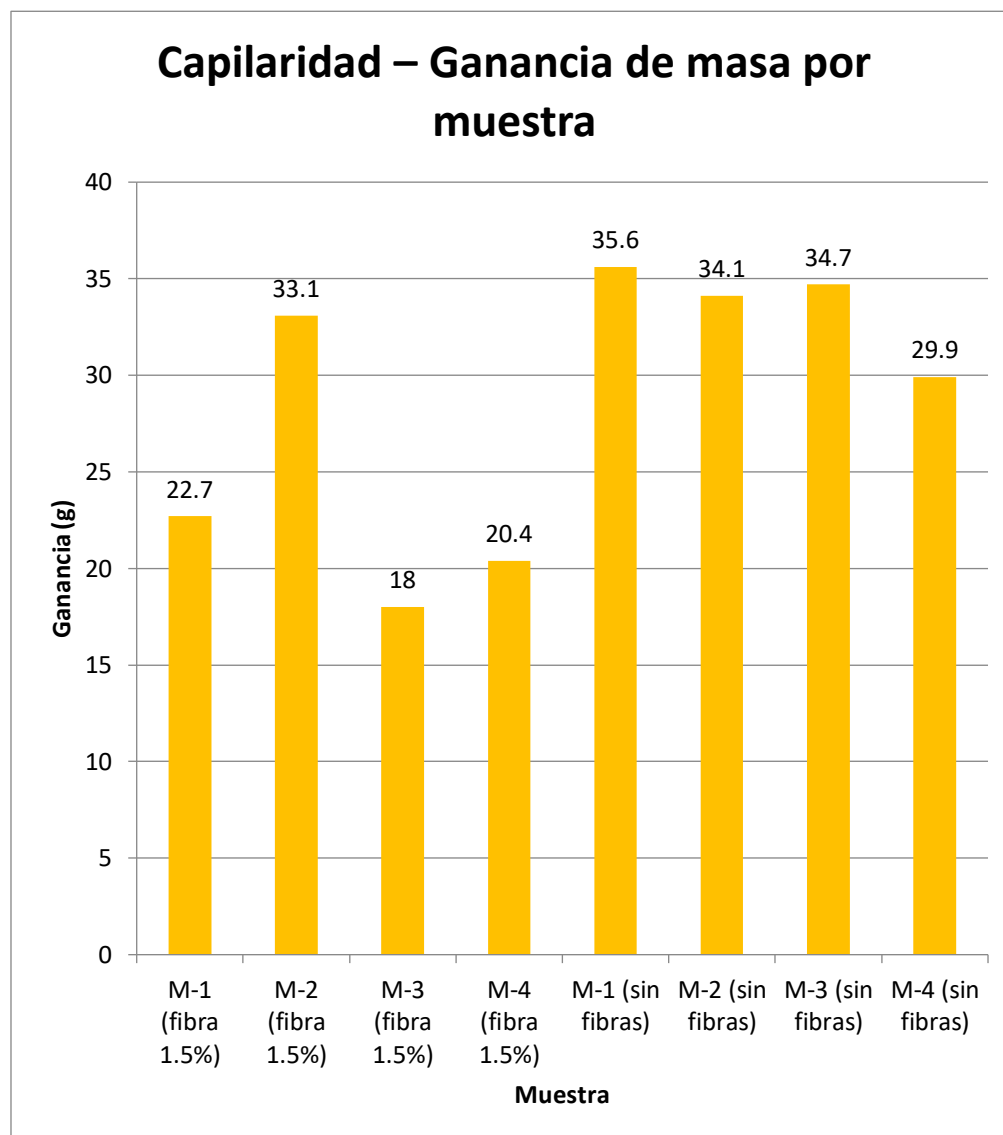
Tabla 10

Resultados del ensayo de Capilaridad

ID	Tipo	Masa seca inicial (g)	Masa tras inmersión (g)	Ganancia	Evaluación
M-1	Con fibras (1.5%)	529.2	551.9	22.7	
M-2	Con fibras (1.5%)	522.6	555.7	33.1	
M-3	Con fibras (1.5%)	536.1	554.1	18	
M-4	Con fibras (1.5%)	580.6	601	20.4	
M-1	Sin fibras	469.3	504.9	35.6	
M-2	Sin fibras	524.3	558.4	34.1	
M-3	Sin fibras	510.3	545	34.7	Desprendimiento de la muestra
M-4	Sin fibras	505.7	535.6	29.9	
Mejor resultado		Las muestras con fibras de agave demostraron mayor resistencia a la absorción capilar, lo que contribuye a la durabilidad y estabilidad del revestimiento frente a la humedad.			

Figura 25

Capilaridad - Ganancia de masa por muestra



Interpretación:

En el gráfico se ve que todas las muestras con fibras de agave (1.5%) presentan ganancias moderadas 22.7g, 33.1g, 18.0g y 20.4g. En cambio, las muestras sin fibras de agave absorben mas agua dando como resultados 35.6 g, 34.1 g, 34.7 g y 29.9 g y la M-3 evidencio desprendimiento de la muestra. Es así que se comprueba que la muestra sin fibras de agave absorbe más agua, lo que denota mayor porosidad efectiva.

4.1.3. RESULTADOS DE LA TEMPERATURA DE LAS VIVIENDAS SIN EL MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE

Se realizó la medición de la temperatura en cada vivienda que estaban sin tarrajear con el mortero con fibras de Agave, de acuerdo a las horas establecidas.

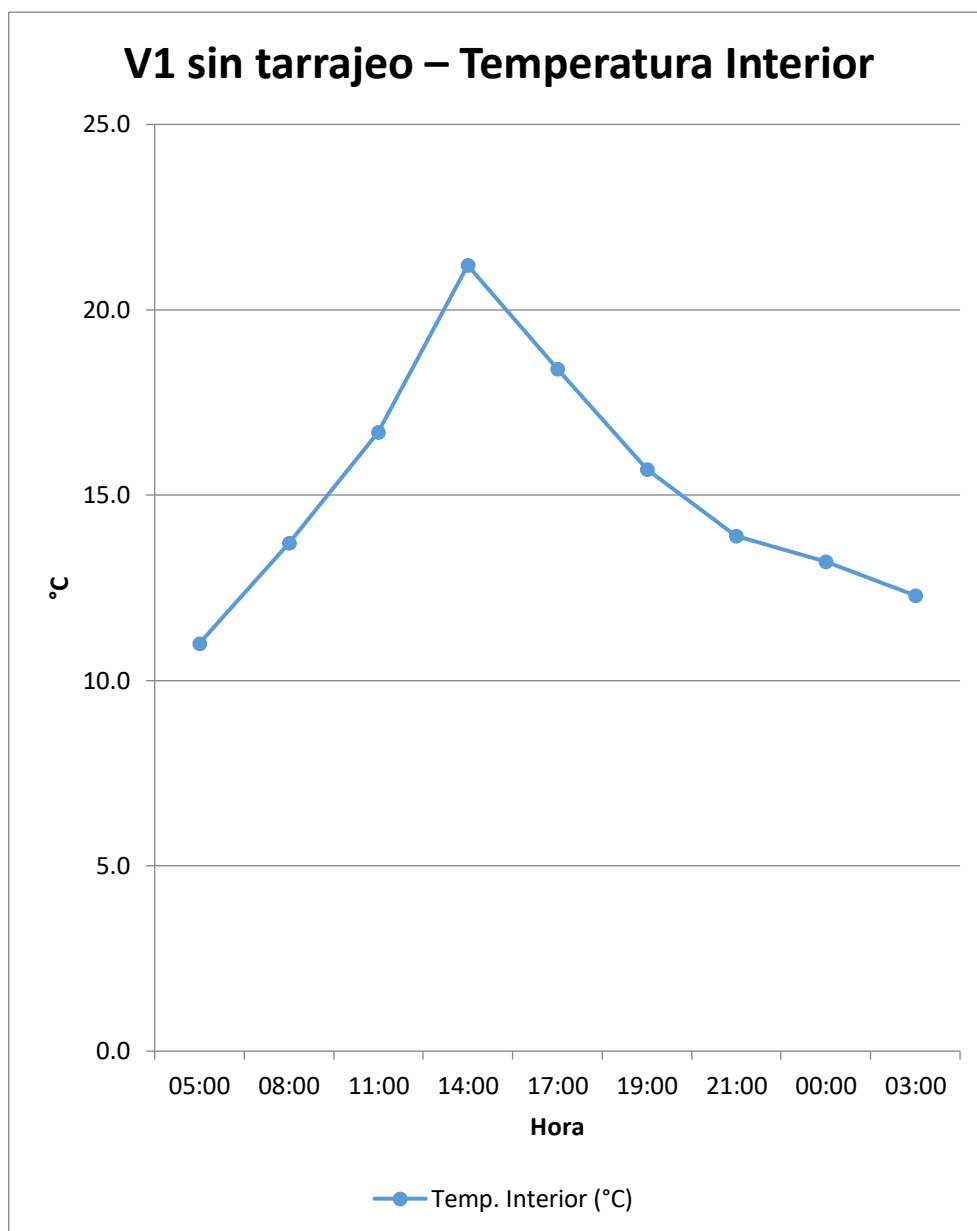
Tabla 11

Resultados de la Vivienda 1 sin tarrajear con el mortero con fibras de Agave

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
5:00 a.m.	11.0	10.4	0.6	11.3	10.6
08:00 a.m.	13.7	12.5	1.2	14	13.3
11:00 a.m.	16.7	14.3	2.4	17.2	15.6
14:00 p.m.	21.2	20.2	1	21.7	20.8
17:00 p.m.	18.4	17.5	0.9	19	18.1
19:00 p.m.	15.7	15.2	0.5	16.2	15.4
21:00 p.m.	13.9	13.2	0.7	14.3	13.5
00:00 a.m.	13.2	12.8	0.4	14	13
03:00 a.m.	12.3	12.0	0.3	12.8	12.1

Figura 26

V1 sin tarrajeo - Temperatura interior

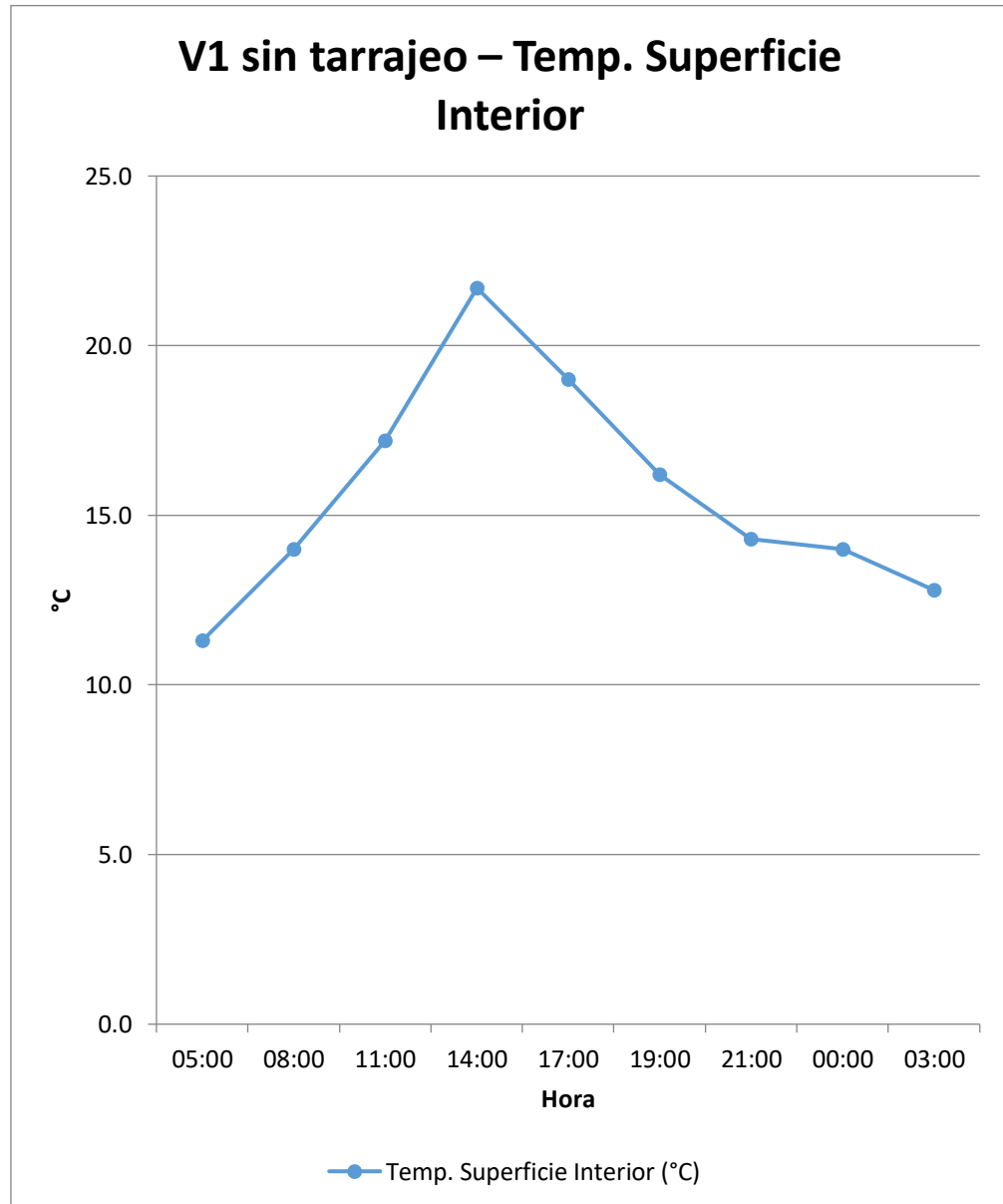


Interpretación:

En el gráfico se ve que la temperatura interior muestra un ciclo diurno típico, con mínimo cercano a 11 °C a las 05:00 y máximo 21.2 °C a las 14:00. Luego desciende gradualmente hasta 12-13 °C en la madrugada.

Figura 27

V1 sin tarrajeo - Temp. Superficie Interior

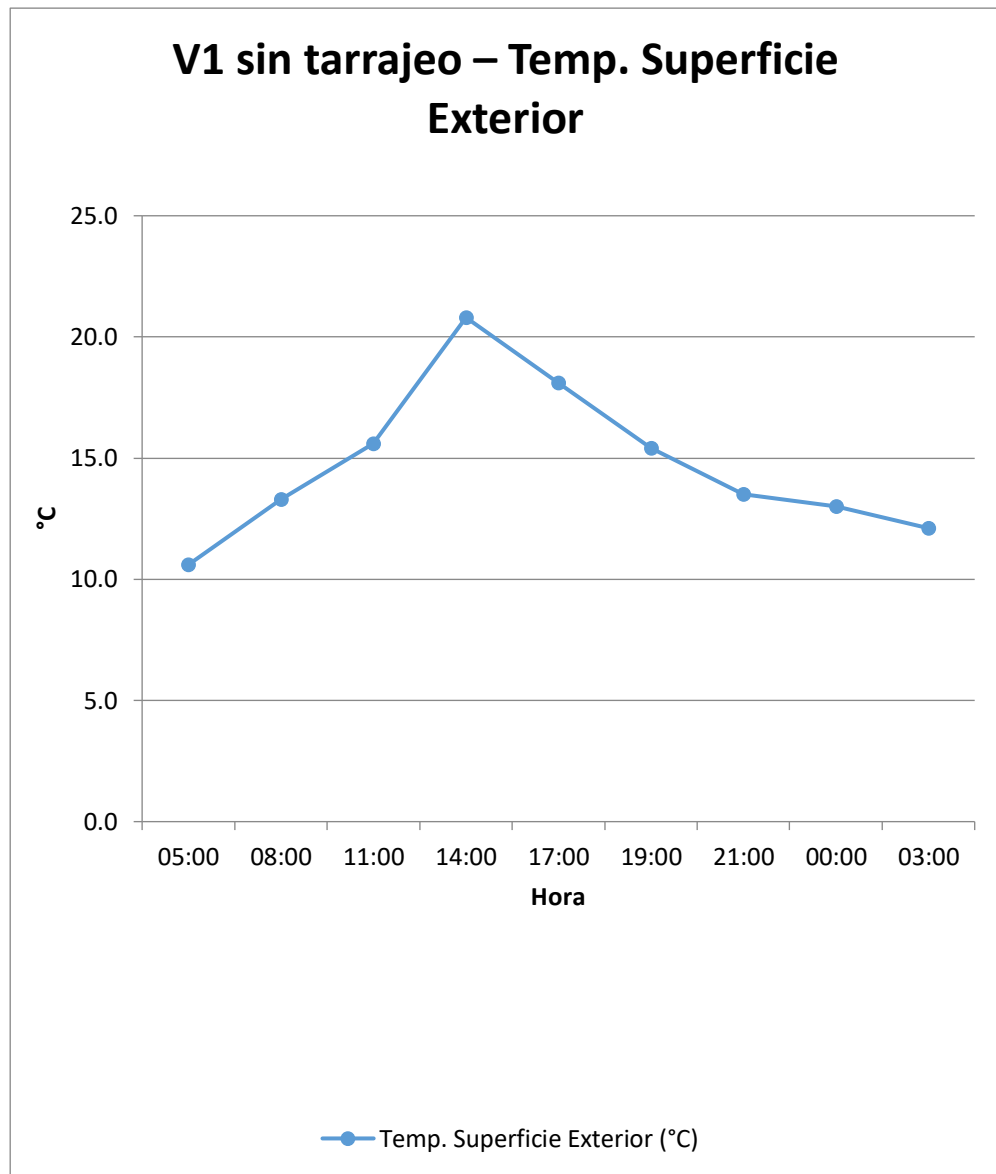


Interpretación:

En el gráfico se ve que la superficie interior repite el patrón de la temperatura interior, con valores apenas superiores a 11°C y máximo a 21.7 °C a las 14:00. La caída al anochecer es sostenida. La similitud y el bajo desfase confirman que el muro transmite calor con rapidez, evidenciando limitada aislamiento al no contar con tarrajeo con fibras.

Figura 28

V1 sin tarrajeo - Temp. Superficie Exterior



Interpretación:

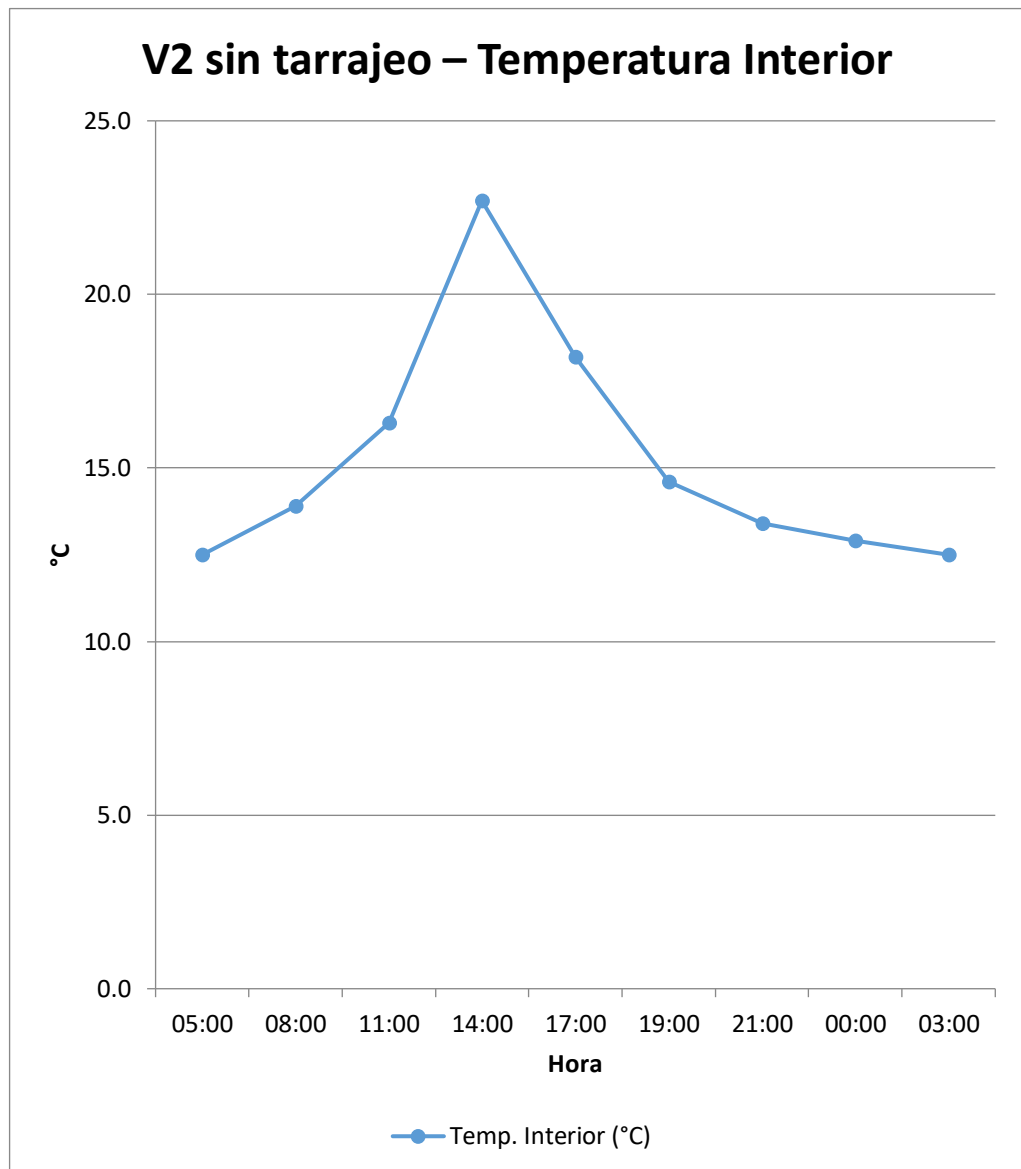
En el gráfico se ve que la superficie exterior se eleva rápidamente hasta 21 °C a las 14:00 y disminuye después. Se observan mínimos de 10–12 °C en la madrugada. El pico coincide con los otros gráficos, sugiriendo desfase casi nulo y alta sensibilidad a la radiación solar. Sin recubrimiento, el muro responde casi en tiempo real, favoreciendo sobrecalentamiento diurno y enfriamiento nocturno.

Tabla 12*Resultados de la Vivienda 2 sin tarrajear con el mortero con fibras de Agave*

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	12.5	11.8	0.7	12.9	12.3
08:00 a.m.	13.9	13.5	0.4	14.1	13.7
11:00 a.m.	16.3	15.6	0.7	17.0	16.1
14:00 p.m.	22.7	21.7	1.0	23.2	22.2
17:00 p.m.	18.2	17.9	0.3	18.6	18.1
19:00 p.m.	14.6	14.0	0.6	15.3	14.3
21:00 p.m.	13.4	12.9	0.5	13.9	13.0
00:00 a.m.	12.9	12.6	0.3	13.4	12.8
03:00 a.m.	12.5	12.1	0.4	13.0	12.3

Figura 29

V2 sin tarrajeo - Temperatura Interior

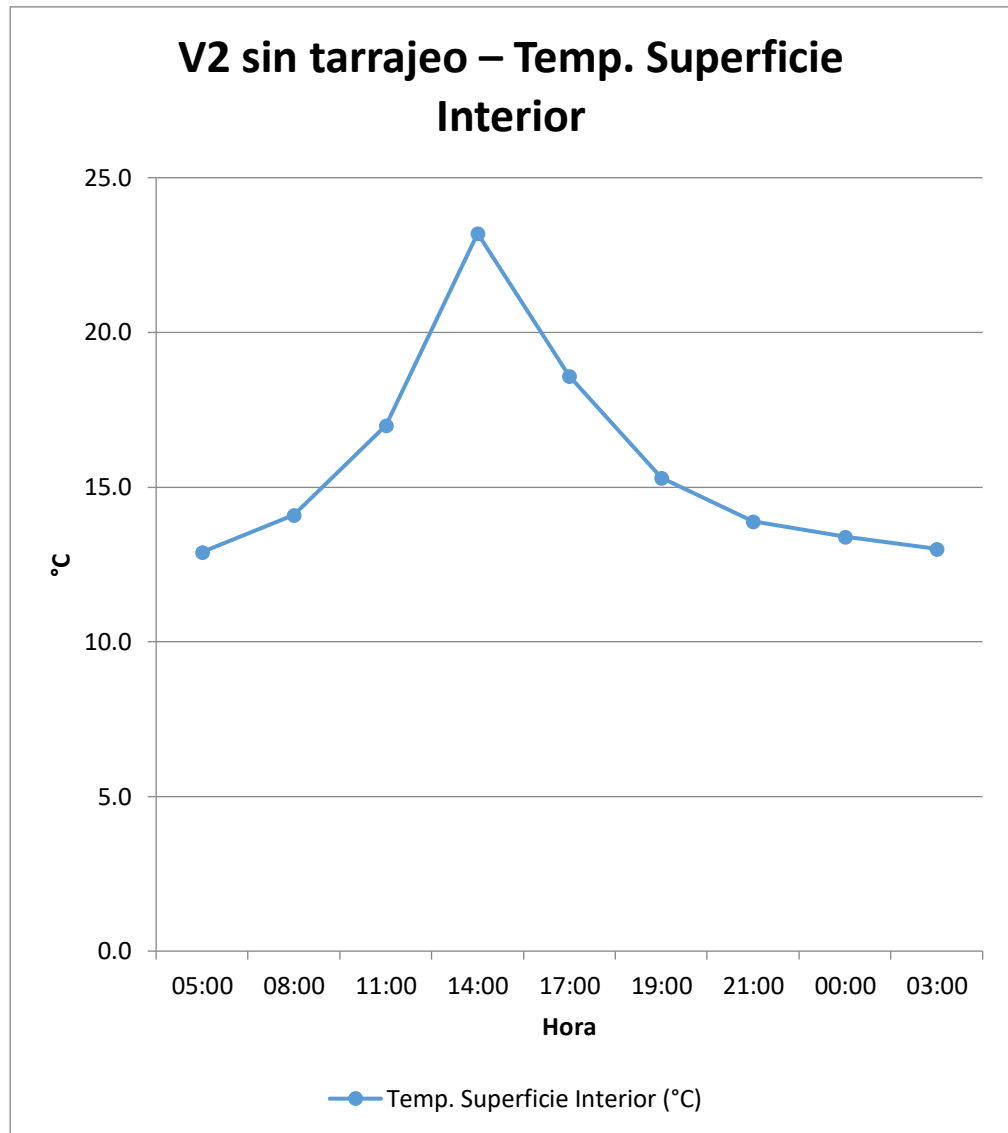


Interpretación:

En el gráfico se ve que el aire interior sigue un ciclo diurno marcado: mínimo cercano a 12–13 °C al amanecer y máximo ~23 °C a las 14:00. La amplitud (~10–11 °C) y el descenso acelerado tras la tarde evidencian poca atenuación y escaso desfase térmico. El ambiente responde casi al mismo ritmo que el exterior, con riesgo de sobrecalentamiento diurno y enfriamiento nocturno.

Figura 30

V2 sin tarrajeo - Temp. Superficie Interior

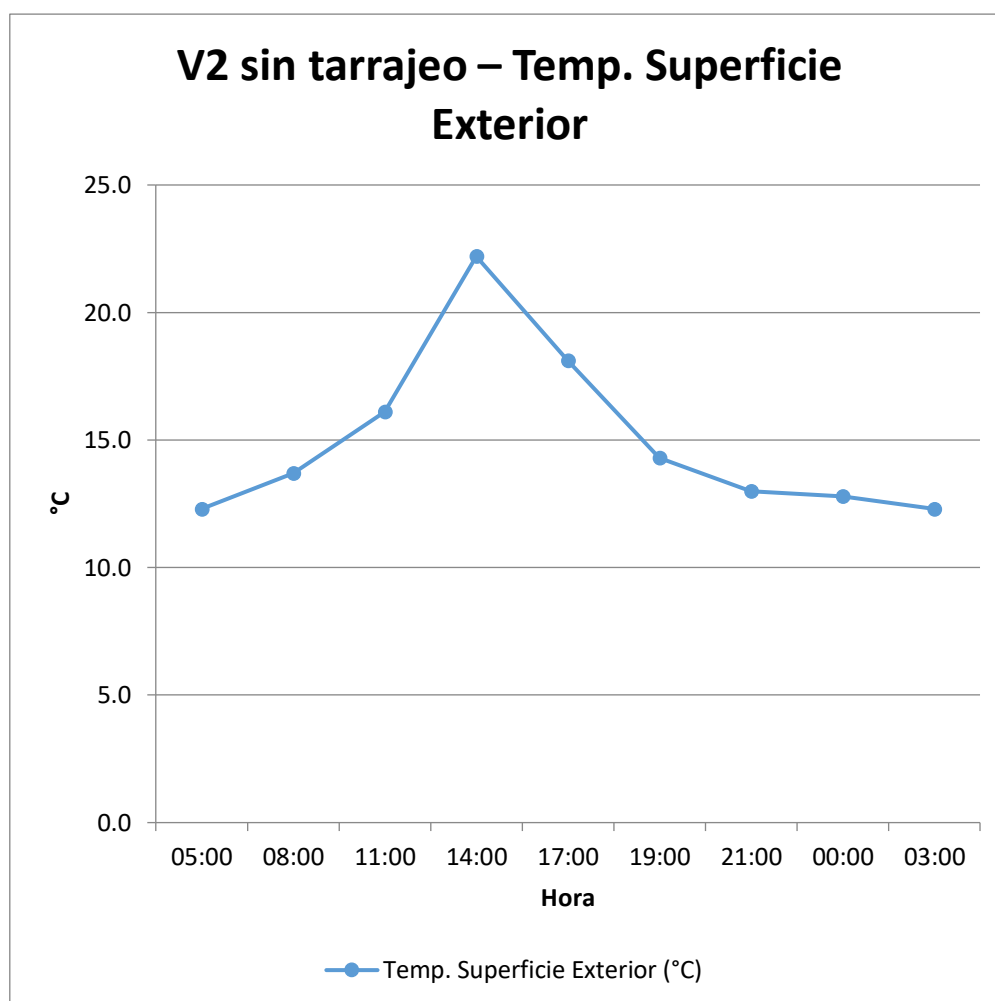


Interpretación:

En el gráfico se ve que la superficie interior replica la curva del aire interior, con máximo ~23 °C a las 14:00 y diferencias menores a 1 °C. Esta coincidencia indica transmisión térmica rápida a través del muro y baja inercia del material sin tarrajeo. El muro absorbe el calor durante el día y lo libera pronto, sin almacenamiento apreciable.

Figura 31

V2 sin tarrajeo - Temp. Superficie Exterior



Interpretación:

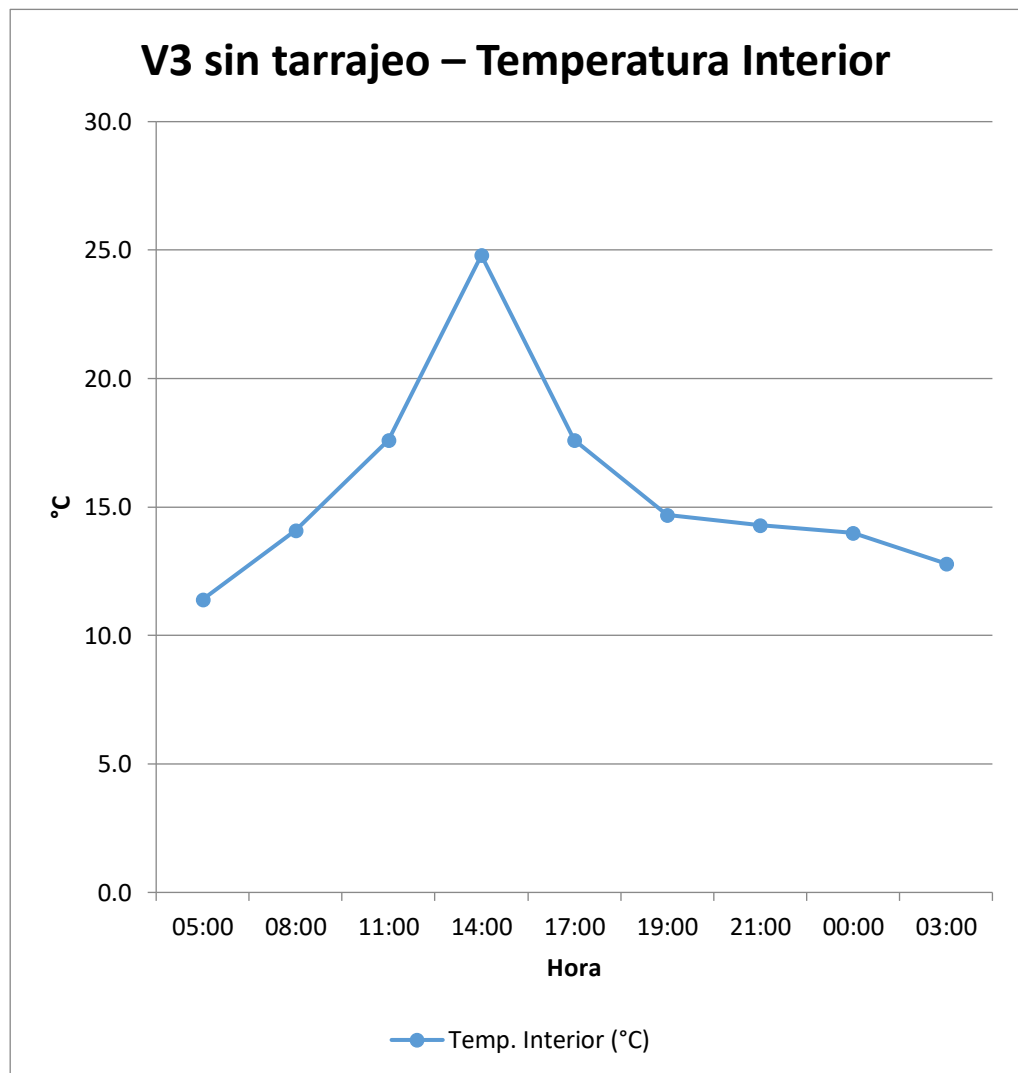
En el gráfico se ve que la cara exterior del muro aumenta con la radiación solar hasta 22 °C a las 14:00 y luego desciende sostenidamente hasta ~13 °C en la madrugada. La simultaneidad del pico con las otras series sugiere desfase casi nulo. Sin tarrajeo, el muro exterior queda muy expuesto, dominado por la ganancia solar y transmitiendo esas variaciones hacia el interior.

Tabla 13*Resultados de la Vivienda 3 sin tarrajear con el mortero con fibras de Agave*

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superfici e Exterior (°C)
05:00 a.m.	11.4	10.2	1.2	12.3	11.0
08:00 a.m.	14.1	13.9	0.2	14.5	14.2
11:00 a.m.	17.6	17.2	0.4	18.1	17.5
14:00 p.m.	24.8	23.2	1.6	25.3	24.5
17:00 p.m.	17.6	16.9	0.7	18.6	18.1
19:00 p.m.	14.7	14.1	0.6	15.8	14.8
21:00 p.m.	14.3	13.8	0.5	14.9	14.3
00:00 a.m.	14.0	13.3	0.7	14.5	13.9
03:00 a.m.	12.8	11.4	1.4	13.6	12.8

Figura 32

V3 sin tarrajeo - Temperatura Interior

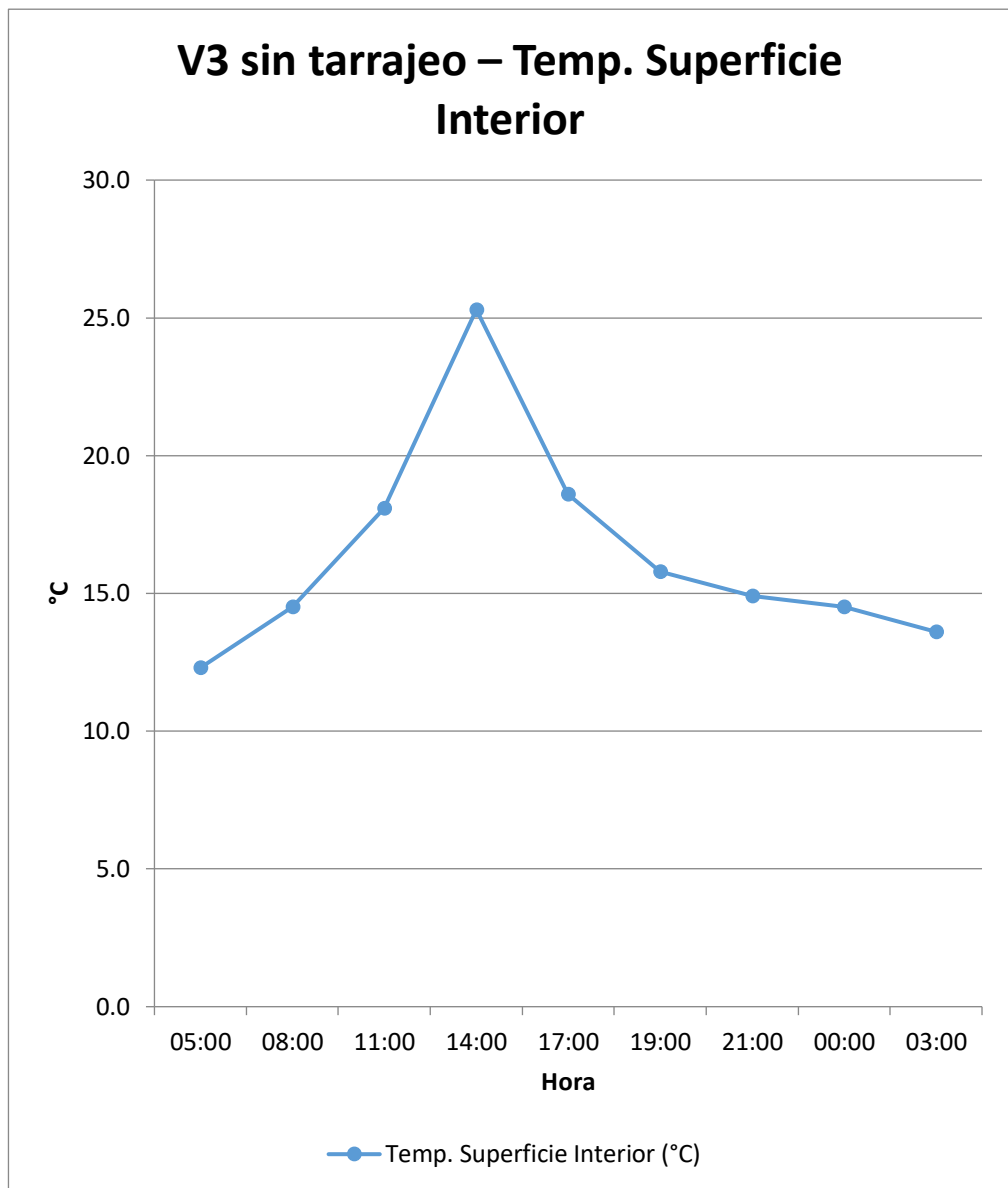


Interpretación:

En el gráfico se ve que la temperatura interior muestra fuerte oscilación diaria; inicia 11 °C a las 05:00, alcanza máximo 25 °C a las 14:00, luego cae a 13 °C hacia la madrugada. La amplitud (14 °C) y el pico coincidente con la tarde evidencian baja atenuación y escaso desfase. El ambiente se calienta rápidamente con la radiación y pierde calor con rapidez nocturna, afectando el confort.

Figura 33

V3 sin tarrajeo - Temp. Superficie Interior

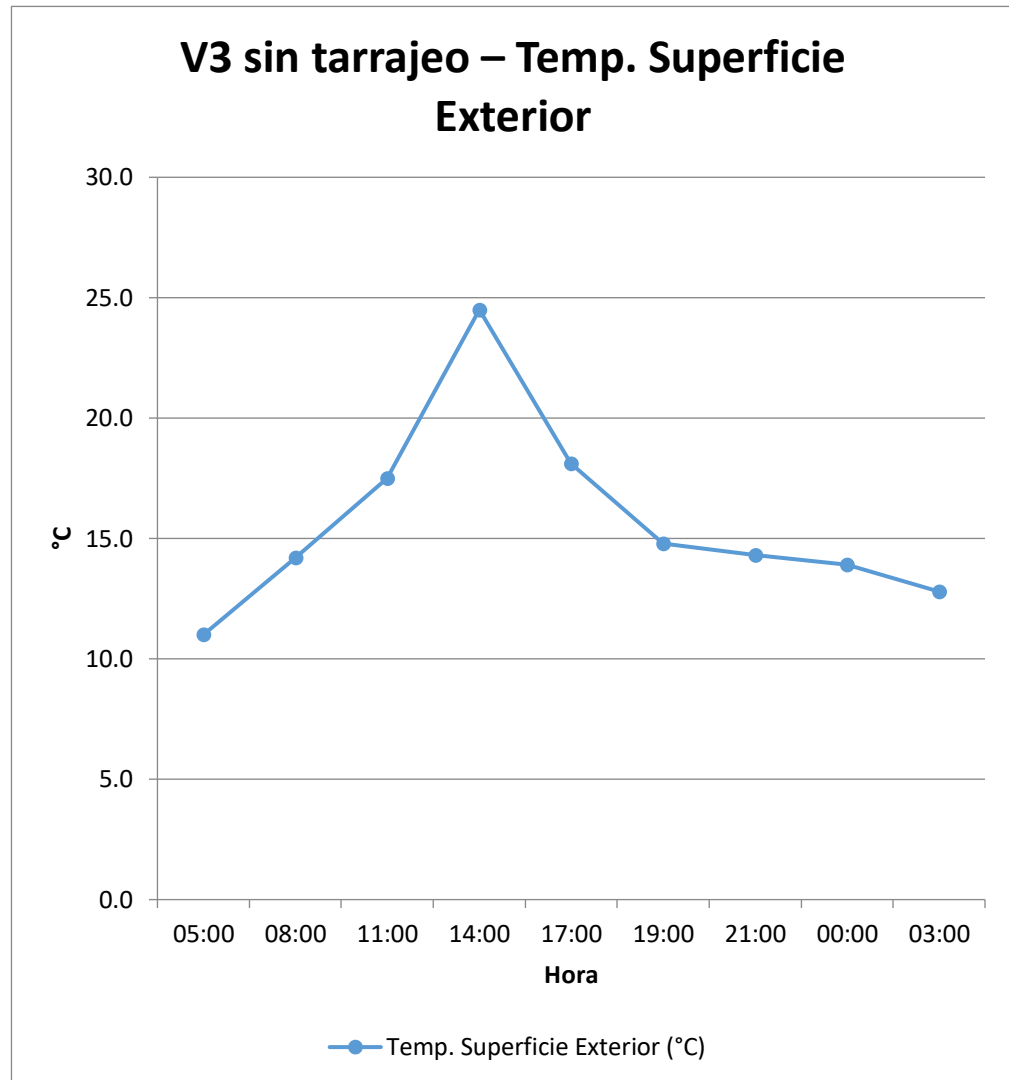


Interpretación:

En el gráfico se ve que la superficie interior sigue prácticamente la misma curva que el aire: sube de 12–13 °C a 25 °C a las 14:00 y desciende a 13–14 °C de madrugada. Diferencias menores a 1 °C indican transferencia rápida a través del muro y limitada inercia térmica. Sin tarrajeo, el calor absorbido durante el día se libera temprano, sin almacenamiento útil.

Figura 34

V3 sin tarrajeo - Temp. Superficie Exterior



Interpretación:

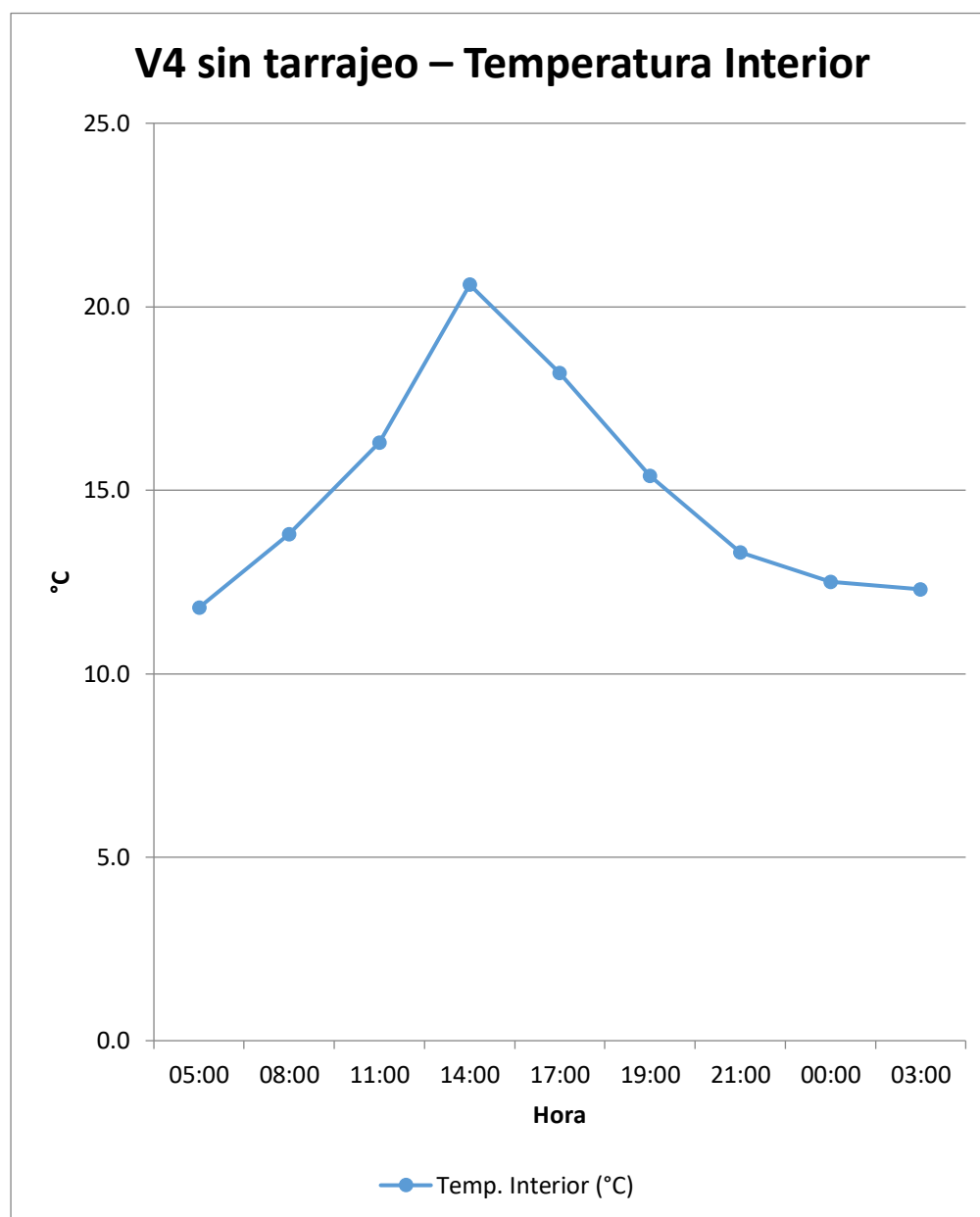
En el gráfico se ve que la cara exterior del muro responde a la radiación con un ascenso veloz hasta 24–25 °C a las 14:00 y baja progresiva después, con mínimos de 11–12 °C en la madrugada. La simultaneidad del máximo con las otras series revela desfase práctico nulo. La exposición directa favorece sobrecalentamiento diurno y enfriamiento nocturno, transmitiendo esas variaciones al interior.

Tabla 14*Resultados de la Vivienda 4 sin tarrajear con el mortero con fibras de Agave*

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superfici e Exterior (°C)
05:00 a.m.	11.8	9.2	2.6	12.3	11.0
08:00 a.m.	13.8	12.1	1.7	14.1	13.1
11:00 a.m.	16.3	14.2	2.1	17.0	15.8
14:00 p.m.	20.6	19.5	1.1	21.0	20.3
17:00 p.m.	18.2	17.1	1.1	18.6	17.9
19:00 p.m.	15.4	14.8	0.6	15.8	15.1
21:00 p.m.	13.3	12.6	0.7	13.5	12.8
00:00 a.m.	12.5	12.1	0.4	12.9	12.3
03:00 a.m.	12.3	11.7	0.6	12.6	11.9

Figura 35

V4 sin tarrajeo - Temperatura Interior

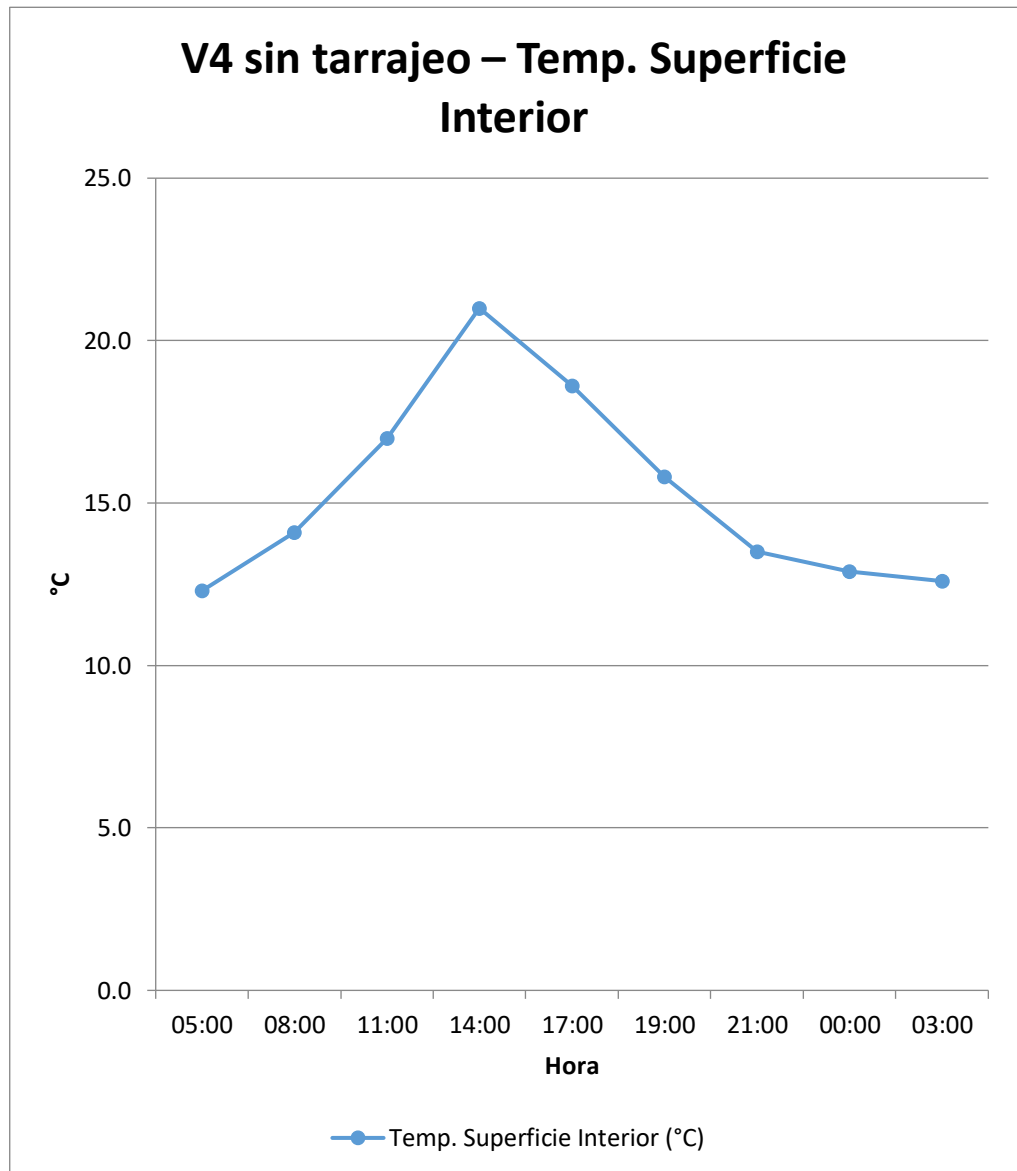


Interpretación:

En el gráfico se ve que el interior registra un ciclo típico: arranca 12 °C a las 05:00, alcanza 20–21 °C a las 14:00 y desciende luego hasta 12–13 °C en la madrugada. La amplitud cercana a 9 °C y el pico sin desfase relevante frente al exterior evidencian baja atenuación térmica; la vivienda se calienta con rapidez en la tarde y pierde calor pronto por la noche.

Figura 36

V4 sin tarrajeo - Temp. Superficie Interior

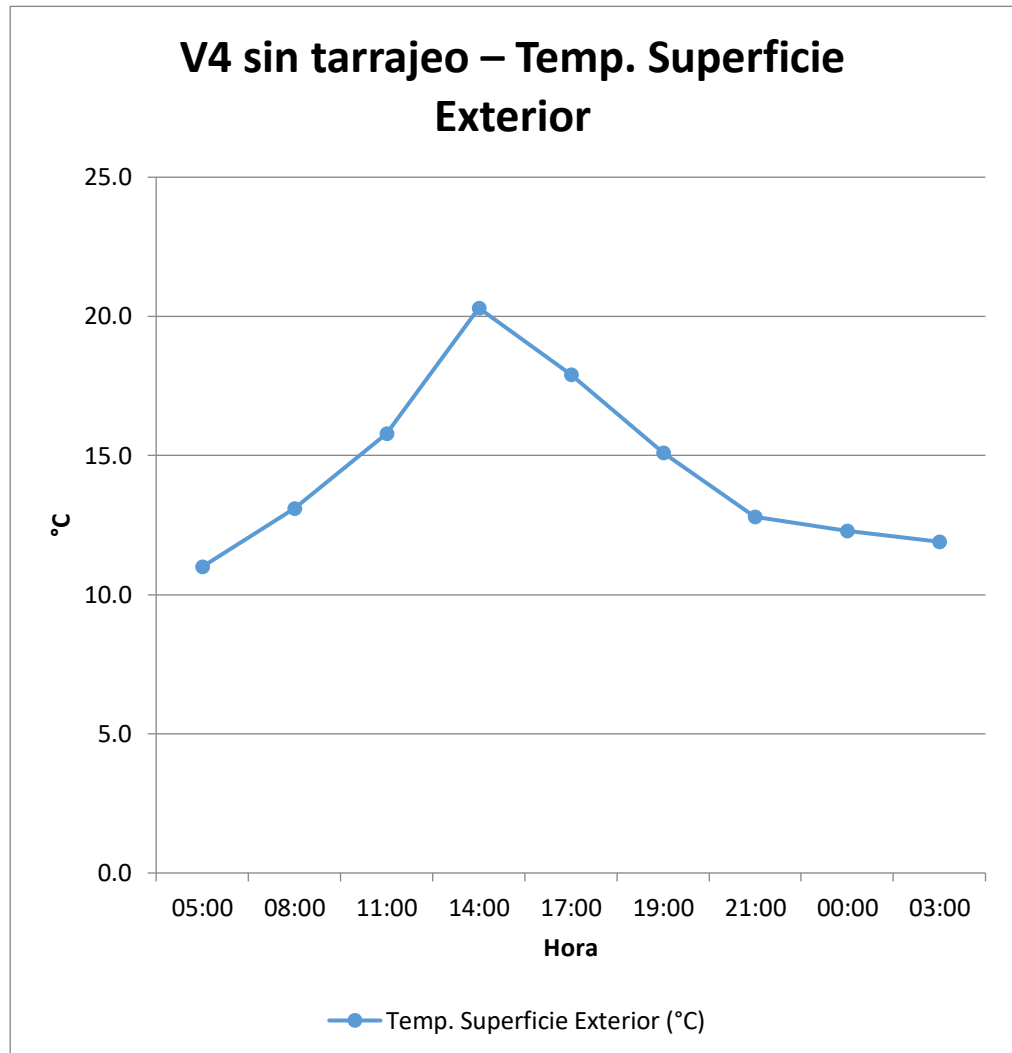


Interpretación:

En el gráfico se ve que la superficie interior repite casi punto a punto al aire interior: sube de 12–13 °C a 21 °C a las 14:00 y cae de forma sostenida después. Las diferencias son mínimas (<1 °C), lo que sugiere transferencia rápida a través del muro y poca inercia del material sin tarrajeo. El calor diurno no se almacena y se libera temprano.

Figura 37

V4 sin tarrajeo - Temp. Superficie Exterior



Interpretación:

En el gráfico se ve que la cara exterior del muro aumenta con la radiación hasta 20 °C a las 14:00 y disminuye gradualmente a 11–12 °C en la madrugada. La coincidencia temporal del máximo con las otras series indica desfase casi nulo. Al no contar con recubrimiento de mejora, el muro responde de inmediato a la ganancia solar y transmite esas variaciones hacia el interior.

4.1.4. RESULTADOS DE LA TEMPERATURA DE LAS VIVIENDAS CON EL MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE

Se realizó la medición de la temperatura en cada vivienda que estaban tarrajeadas con el mortero con fibras de Agave, de acuerdo a las horas establecidas.

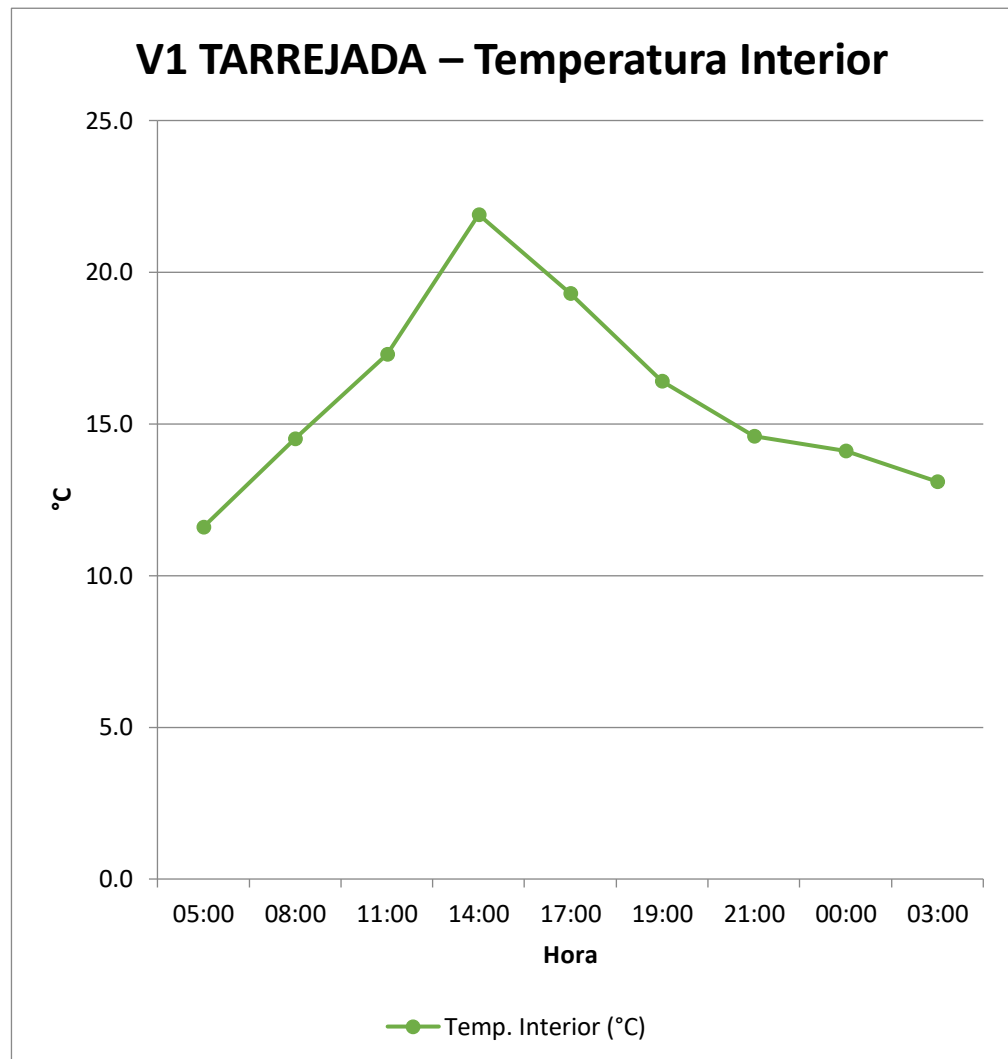
Tabla 15

Resultados de la Vivienda 1 tarrajada con el mortero con fibras de Agave

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
5:00 a.m.	11.6	10.3	1.3	12.1	11.3
08:00 a.m.	14.5	11.9	2.6	15.0	13.8
11:00 a.m.	17.3	13.9	3.4	17.9	16.8
14:00 p.m.	21.9	21.5	0.4	22.6	21.7
17:00 p.m.	19.3	17.7	1.6	20.0	18.7
19:00 p.m.	16.4	15.9	0.5	17.1	16.1
21:00 p.m.	14.6	13.8	0.8	15.2	14.1
00:00 a.m.	14.1	12.5	1.6	14.6	13.8
03:00 a.m.	13.1	11.8	1.3	13.8	12.6

Figura 38

V1 TARRAJEADA - Temperatura Interior

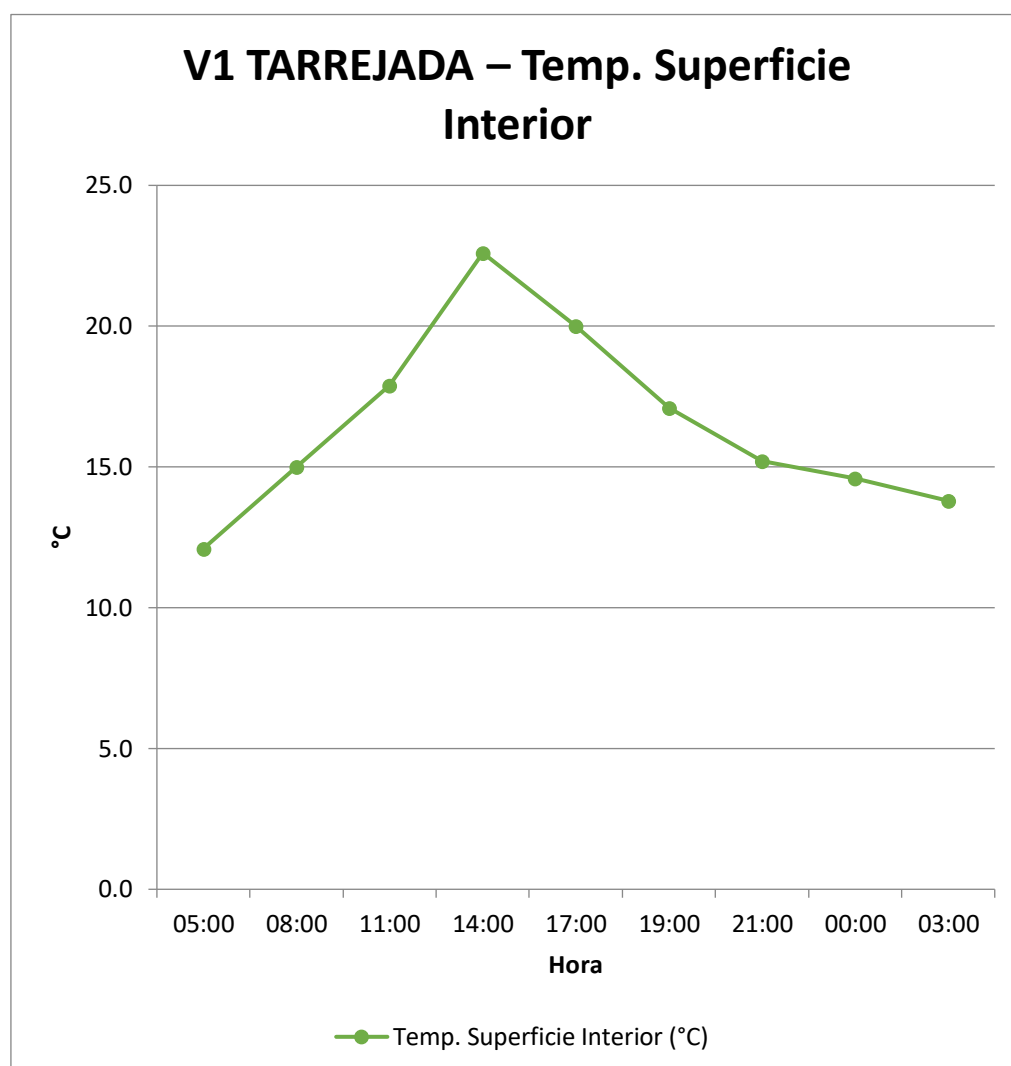


Interpretación:

En el gráfico se ve que el ciclo diario se mantiene con máximo 22 °C a las 14:00 y mínimos 11–12 °C de madrugada. Respecto a la vivienda sin tarrajeo, el interior permanece 0.5–1 °C más templado casi todo el día y el enfriamiento nocturno es más lento. No hay desfase relevante del pico. Resultado: leve mejora del confort nocturno, con riesgo de mayor calentamiento en la tarde.

Figura 39

V1 TARRAJEADA - Temp. Superficie Interior

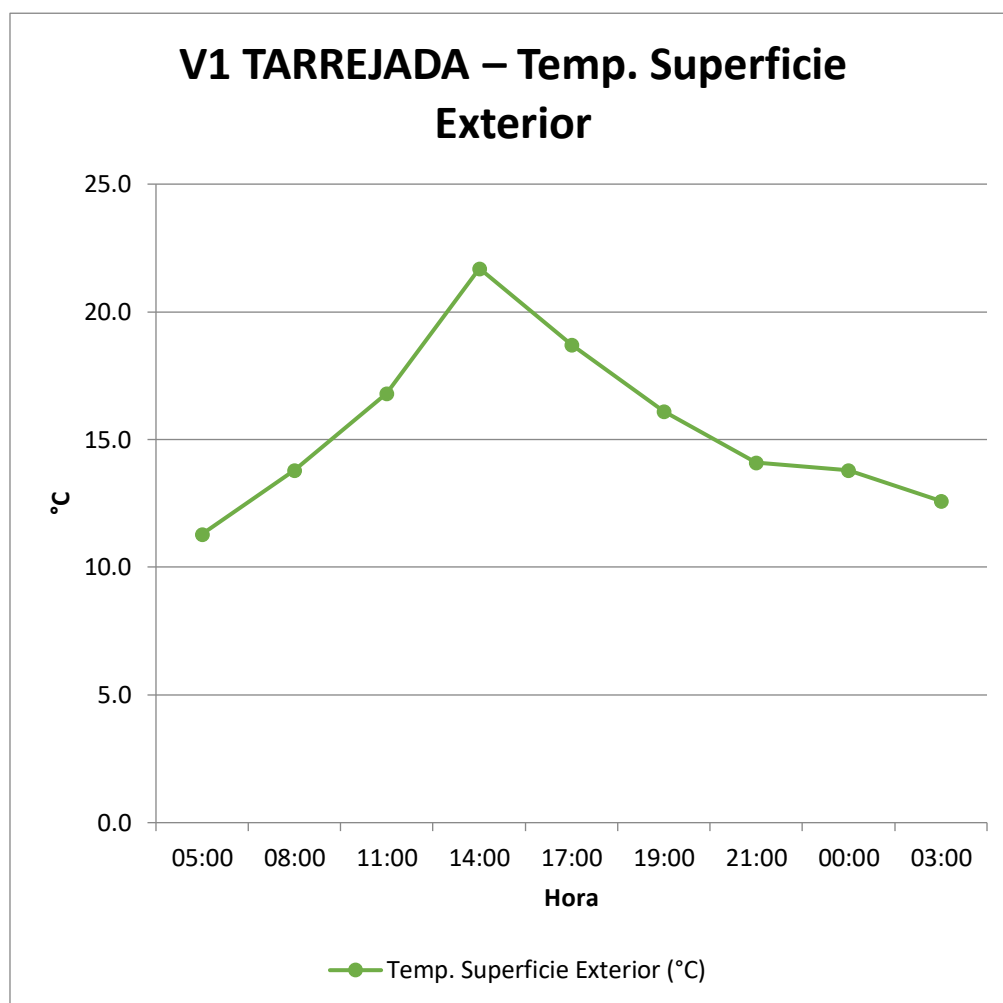


Interpretación:

En el gráfico se ve que la pared interior alcanza 22–23 °C a las 14:00 y desciende gradualmente. Se observa una temperatura 0.5–1 °C superior y una pendiente vespertina algo más suave frente al caso sin tarrajeo, lo que sugiere ligera mayor inercia del paramento en contacto con el ambiente interior. Aire y superficie siguen curvas muy próximas, confirmando intercambio térmico rápido dentro del recinto.

Figura 40

V1 TARRAJEADA - Temp. Superficie Exterior



Interpretación:

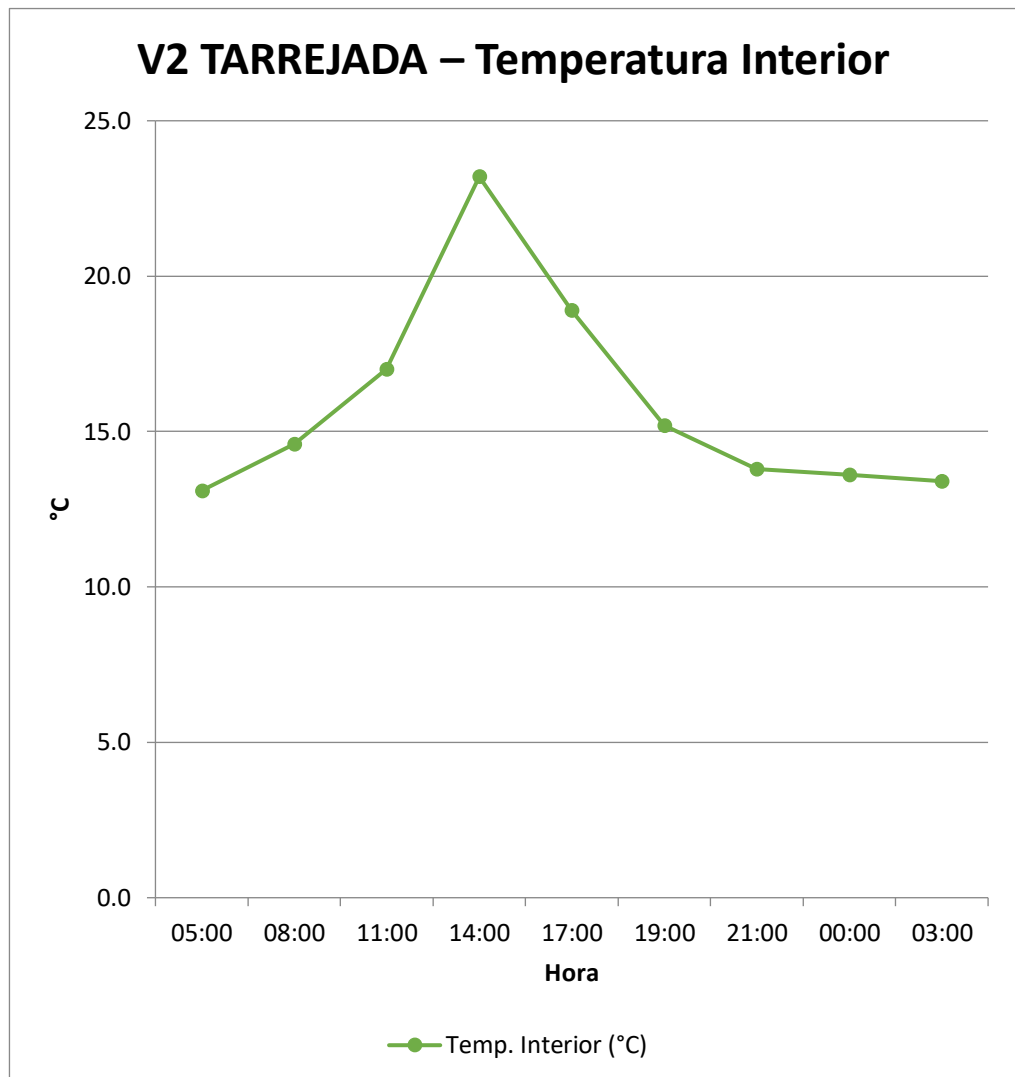
En el gráfico se ve que la cara exterior mantiene el patrón dominado por la radiación solar: máximo 21–22 °C a las 14:00 y descenso sostenido hasta 12–13 °C en la madrugada. Frente a la vivienda sin tarrajeo no se aprecian cambios importantes, por lo que el recubrimiento no modifica de forma significativa el comportamiento térmico exterior; los efectos positivos se concentran en el interior.

Tabla 16*Resultados de la Vivienda 2 tarrajada con el mortero con fibras de Agave*

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	13.1	11.8	1.3	13.6	12.9
08:00 a.m.	14.6	13.1	1.5	14.8	14.1
11:00 a.m.	17.0	15.3	1.7	17.6	16.6
14:00 p.m.	23.2	21	2.2	23.8	22.8
17:00 p.m.	18.9	18	0.9	19.6	18.6
19:00 p.m.	15.2	13.9	1.3	15.8	14.8
21:00 p.m.	13.8	13	0.8	14.4	13.5
00:00 a.m.	13.6	13.1	0.5	14.0	13.3
03:00 a.m.	13.4	12.2	1.2	13.9	12.8

Figura 41

V2 TARRAJEADA - Temperatura Interior

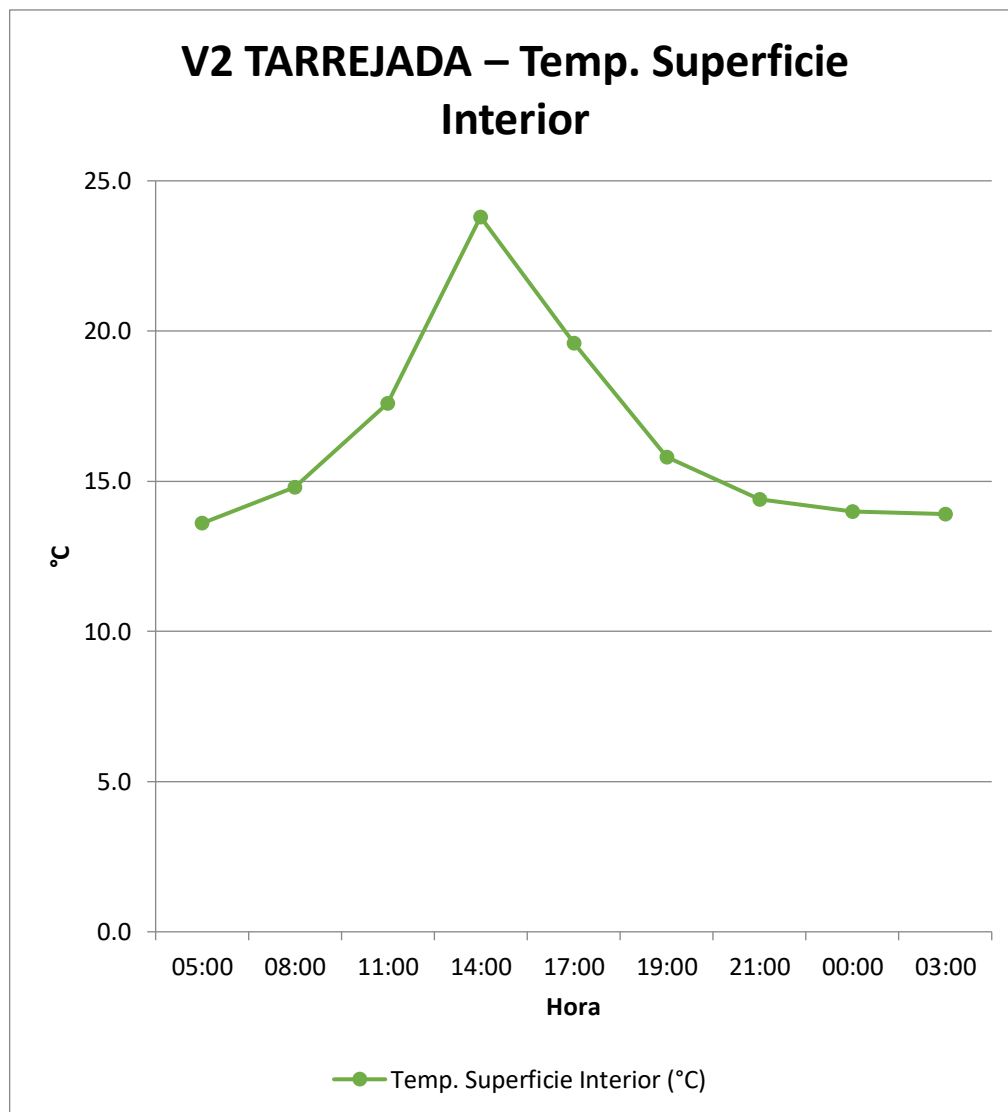


Interpretación:

En el gráfico se ve que el patrón diario se mantiene: mínimo 13 °C al amanecer y máximo 23 °C a las 14:00. Frente a V2 sin tarrajeo, el enfriamiento vespertino es algo más lento y la amplitud térmica se reduce levemente (0.5–1 °C). No hay desfase apreciable del pico. Resultado: ligera mejora del confort nocturno, con persistente riesgo de sobrecalentamiento en horas de mayor radiación.

Figura 42

V2 TARRAJEADA - Temp. Superficie Interior

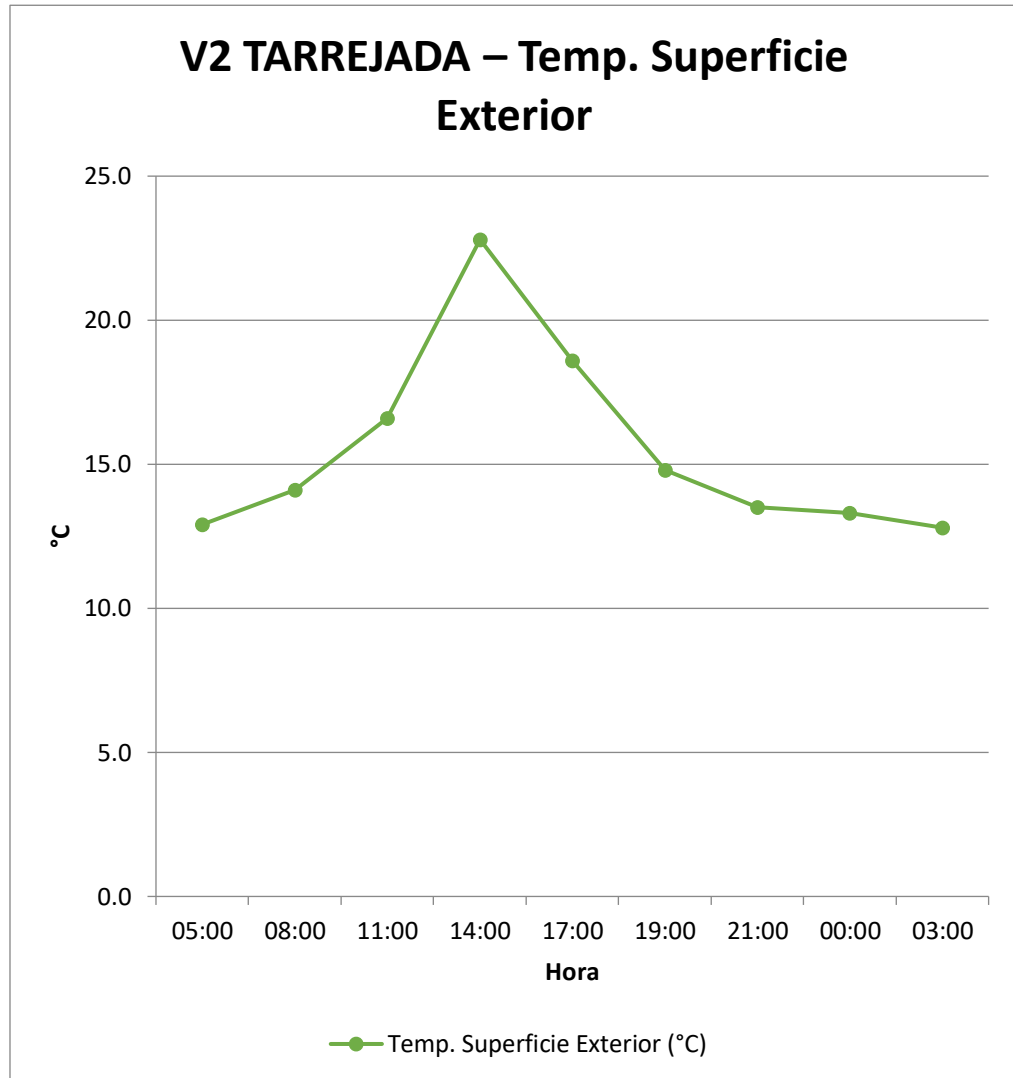


Interpretación:

En el gráfico se ve que la superficie interior alcanza 24 °C a las 14:00 y desciende de manera más suave que sin tarrajeo. Se observa una temperatura algo superior (0.5–1 °C) durante la tarde y primeras horas de la noche, lo que sugiere una pequeña ganancia de inercia del muro por el recubrimiento. Aun así, el intercambio térmico con el aire interior sigue siendo rápido.

Figura 43

V2 TARRAJEADA - Temp. Superficie Exterior



Interpretación:

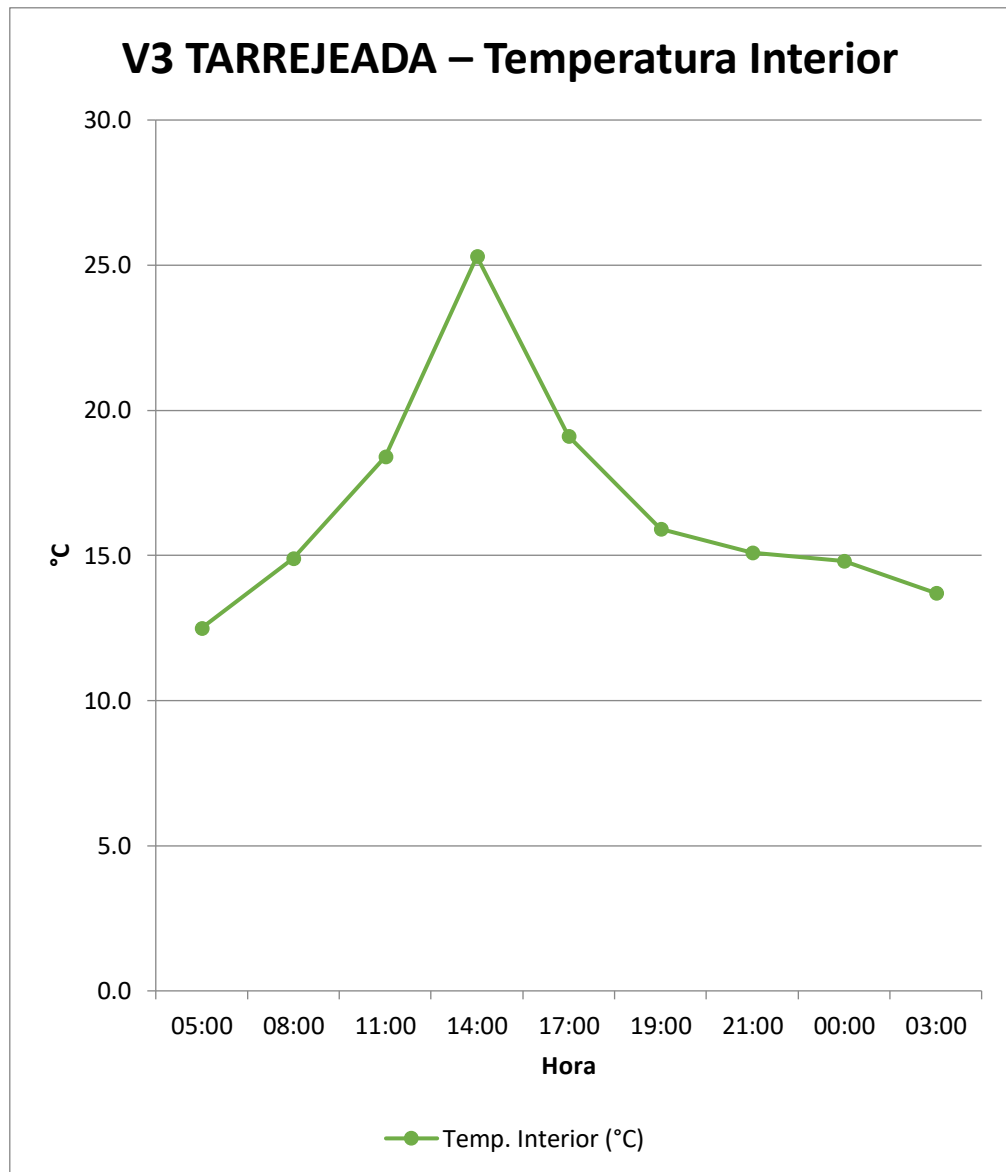
En el gráfico se ve que la cara exterior conserva un comportamiento dominado por la radiación: máximo 22–23 °C a las 14:00 y mínimos 12–13 °C en la madrugada. Las diferencias respecto al caso sin tarrajeo son marginales (<0.5 °C) y sin desfase. En síntesis, el tarrajeo no altera significativamente la respuesta térmica exterior; sus efectos positivos se perciben sobre todo en el interior.

Tabla 17*Resultados de la Vivienda 3 tarrajada con el mortero con fibras de Agave*

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	12.5	11.8	0.7	12.7	12.0
08:00 a.m.	14.9	14.6	0.3	15.6	14.8
11:00 a.m.	18.4	16.0	2.4	19.0	18.1
14:00 p.m.	25.3	21.2	4.1	25.8	24.9
17:00 p.m.	19.1	17.1	2.0	19.4	18.8
19:00 p.m.	15.9	14.5	1.4	16.4	15.6
21:00 p.m.	15.1	14	1.1	15.5	15.0
00:00 a.m.	14.8	12.6	2.2	15.3	14.6
03:00 a.m.	13.7	12.7	1.0	14.2	13.5

Figura 44

V3 TARRAJEADA - Temperatura Interior

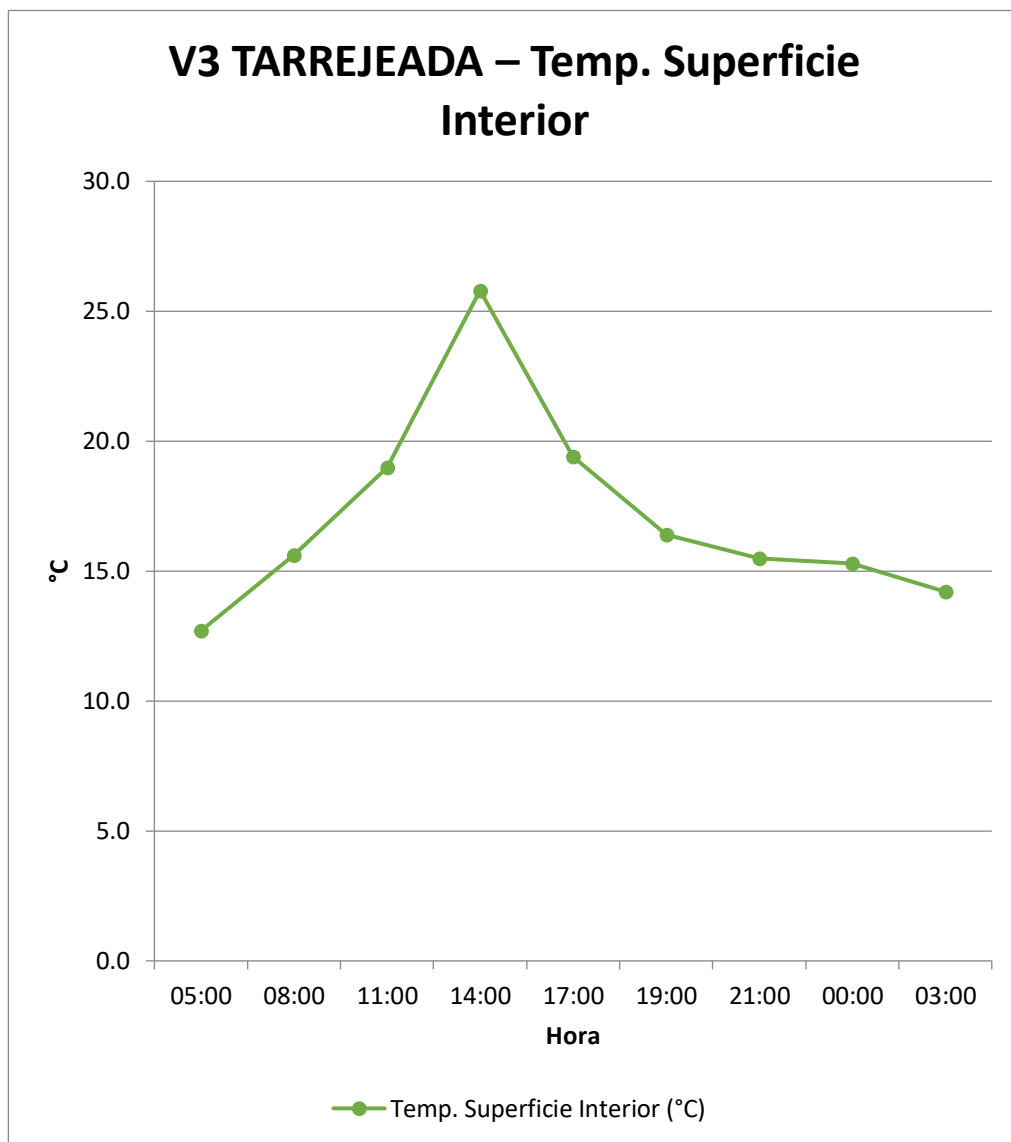


Interpretación:

En el gráfico se observa el mismo ciclo diurno, con pico cercano a 25 °C a las 14:00 y mínimos 12–13 °C al amanecer/madrugada. Frente a V3 sin tarrajeo, el enfriamiento desde las 17:00 es más lento y la noche queda 0.5–1 °C más templada, con leve reducción de amplitud. No hay desfase evidente del máximo. Conclusión: el tarrajeo aporta pequeña mejora de confort nocturno.

Figura 45

V3 TARRAJEADA - Temp. Superficie Interior

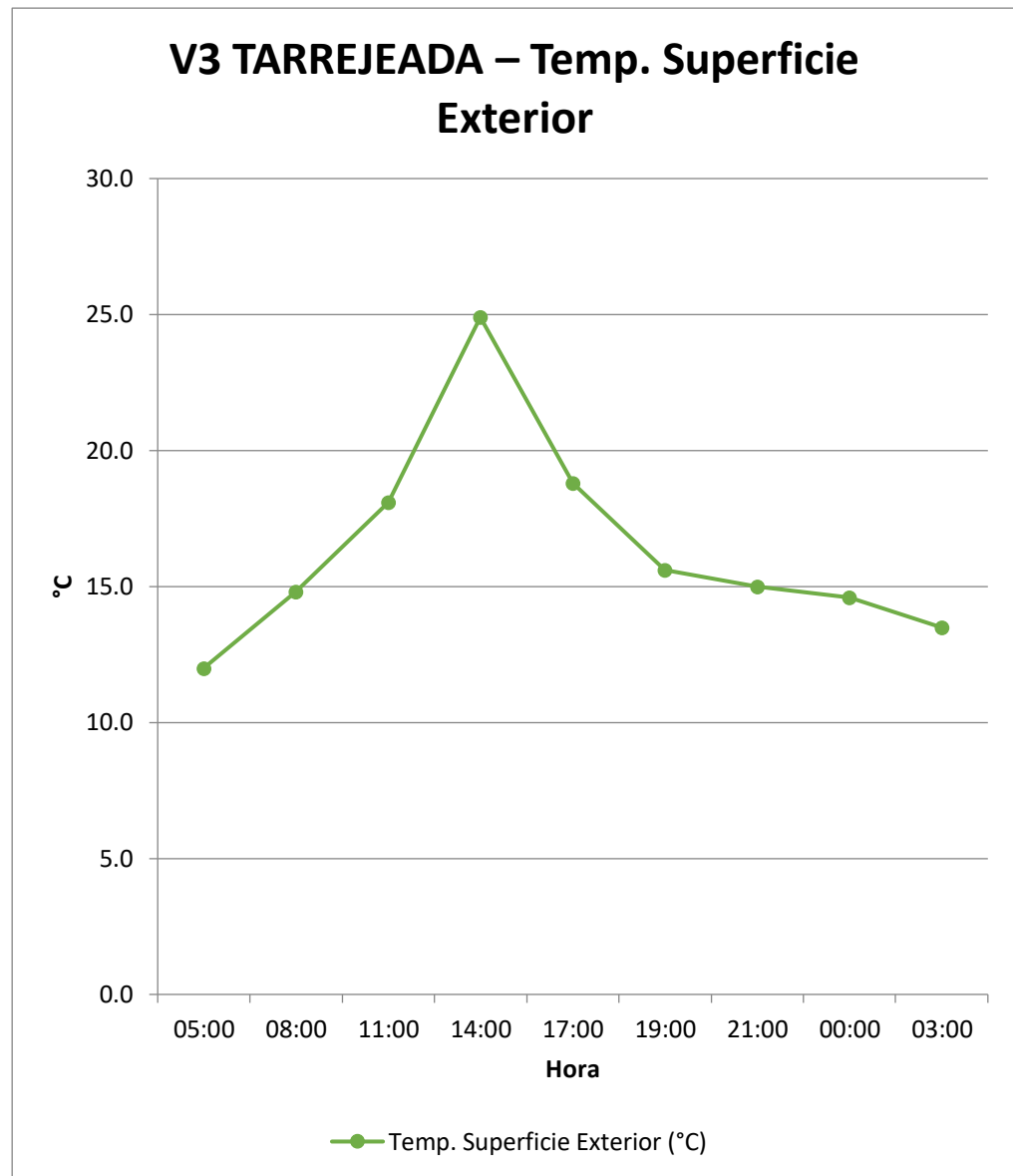


Interpretación:

En el gráfico se ve la cara interior del muro replica la curva del aire: alcanza 25–26 °C a las 14:00 y desciende con pendiente más suave que sin tarrajeo. Entre tarde y primeras horas de la noche permanece 0.5–1 °C por encima, señal de ligera mayor inercia/retención térmica del revestimiento. Aun así, aire y superficie siguen acoplados, con intercambio de calor rápido dentro del ambiente.

Figura 46

V3 TARRAJEADA - Temp. Superficie Exterior



Interpretación:

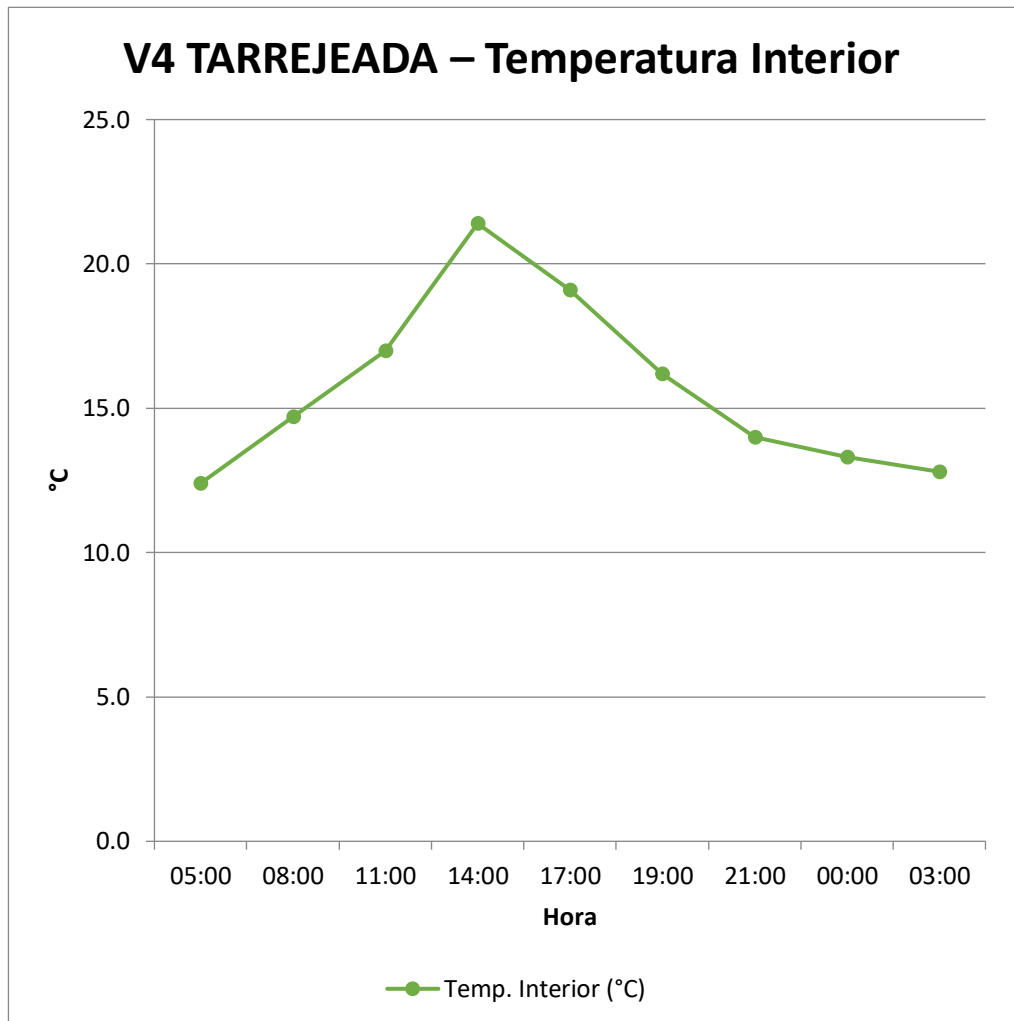
En el gráfico se ve que la superficie exterior continúa dominada por la radiación solar, con máximo 24–25 °C a las 14:00 y descenso sostenido hasta 13–14 °C de madrugada. Las diferencias respecto a V3 sin tarrajeo son marginales y sin cambios en el horario del pico. En síntesis, el tarrajeo no modifica de forma apreciable el comportamiento térmico exterior; los beneficios se concentran en el interior.

Tabla 18*Resultados de la Vivienda 4 tarrajada con el mortero con fibras de Agave*

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	12.4	11.0	1.4	13.0	12.0
08:00 a.m.	14.7	13.2	1.5	15.2	14.2
11:00 a.m.	17.0	14.5	2.5	17.5	16.5
14:00 p.m.	21.4	19.3	2.1	21.9	20.9
17:00 p.m.	19.1	16.9	2.2	20.0	18.6
19:00 p.m.	16.2	15.2	1.0	16.9	15.9
21:00 p.m.	14.0	13.5	0.5	14.5	13.7
00:00 a.m.	13.3	12.2	1.1	14.0	12.9
03:00 a.m.	12.8	12.0	0.8	13.2	12.5

Figura 47

V4 TARRAJEADA - Temperatura Interior

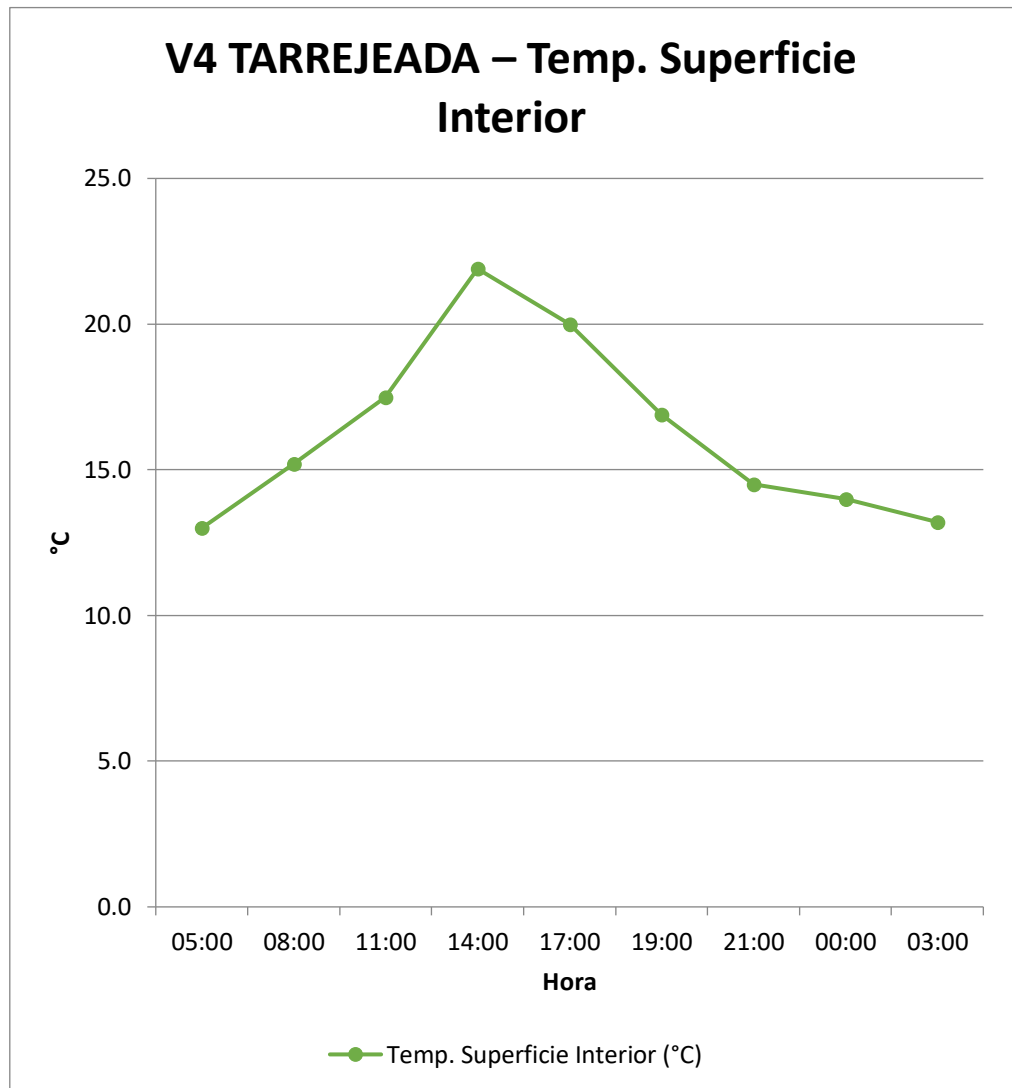


Interpretación:

En el gráfico se ve que el interior mantiene el ciclo diurno: mínimo 12–13 °C al amanecer y máximo 21 °C a las 14:00. Frente a V4 sin tarrajeo, la amplitud se reduce levemente (0.5–1 °C) y el descenso vespertino es más lento, sin desfase del pico. En suma, el revestimiento suaviza el enfriamiento nocturno y deja la vivienda algo más templada de noche, aunque persiste el calentamiento vespertino.

Figura 48

V4 TARRAJEADA - Temp. Superficie Interior

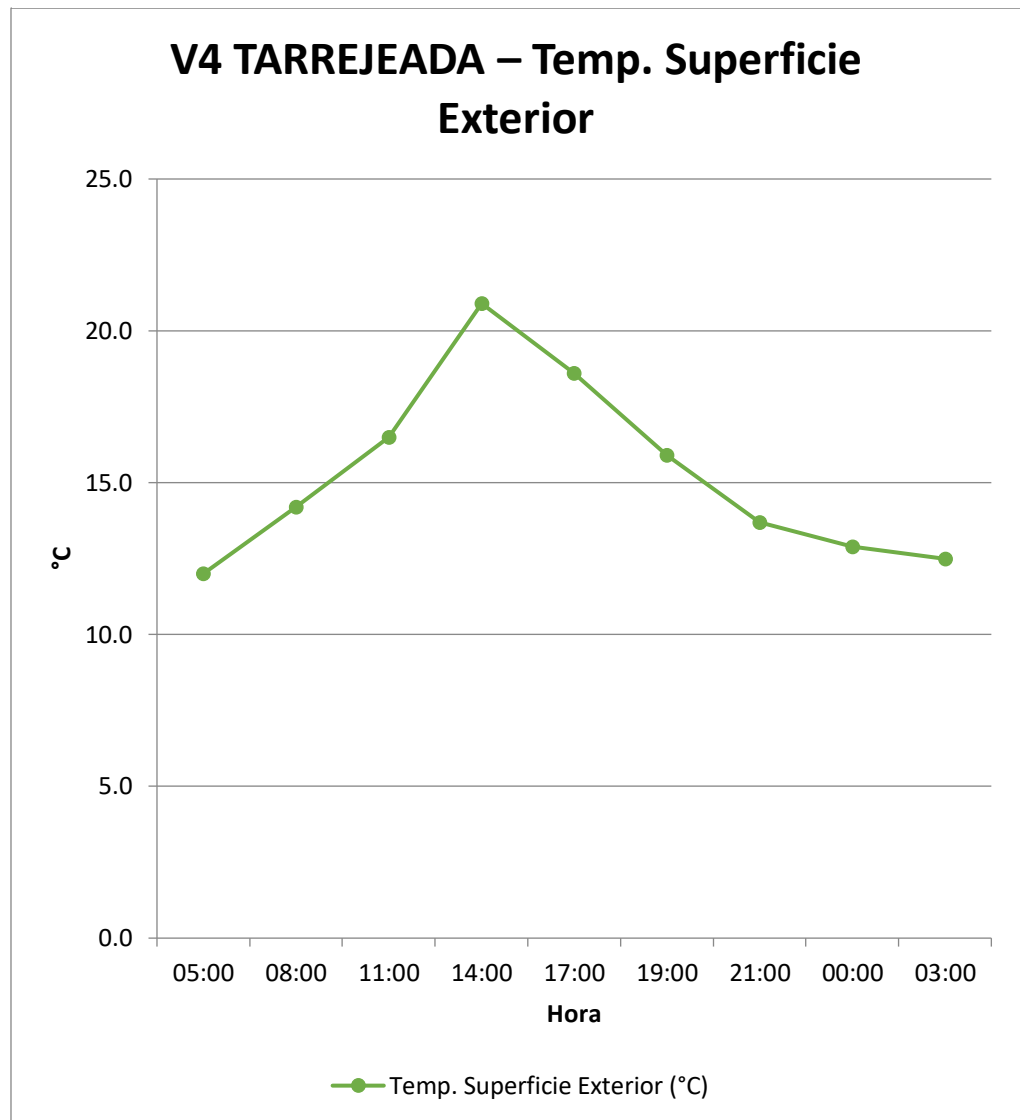


Interpretación:

En el gráfico se ve que la superficie interior alcanza 22 °C a las 14:00 y desciende con pendiente más suave que en el caso sin tarrajeo. Entre tarde y noche permanece 0.5–1 °C por encima, señal de ligera mayor inercia del muro por el revestimiento. Aire y superficie siguen muy acoplados (diferencias <1 °C). Efecto global: leve amortiguación del enfriamiento nocturno, sin retrasar el horario del máximo.

Figura 49

V4 TARRAJEADA - Temp. Superficie Exterior



Interpretación:

En el gráfico se ve que la superficie exterior del muro conserva una respuesta dominada por la radiación solar: asciende hasta 21 °C a las 14:00 y cae gradualmente a 12–13 °C en la madrugada. Las variaciones y el horario del pico son prácticamente iguales al caso sin tarrajeo (diferencias <0.5 °C). Conclusión: el revestimiento no altera de forma relevante el comportamiento térmico exterior; los beneficios se concentran en el interior.

4.1.5. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA TEMPERATURA DE LAS VIVIENDAS SIN Y CON EL MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE

Se realizó la medición de la temperatura en cada vivienda que estaban sin y con el tarrajeo con fibras de Agave, de acuerdo a las horas establecidas.

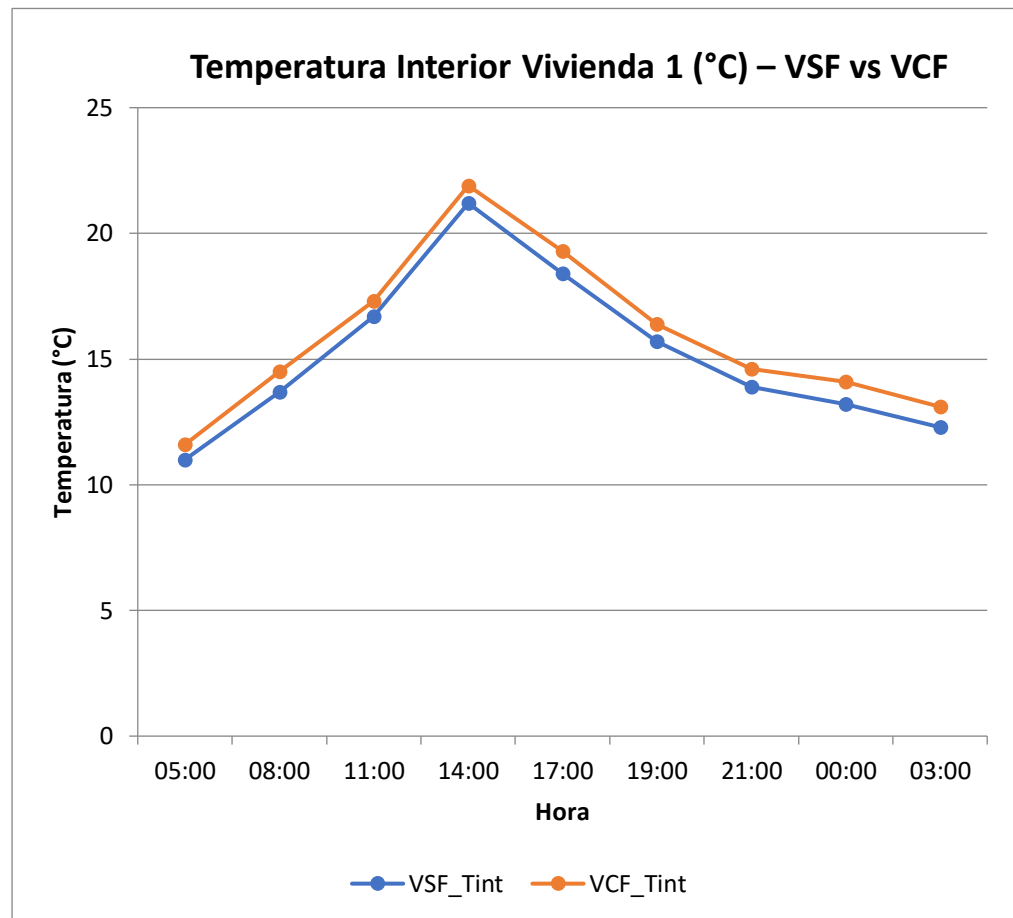
Tabla 19

Comparación de las temperaturas de la Vivienda 1 con y sin el tarrajeo con fibras de Agave

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Temp. Superfi cie Interior (°C)	Temp. Superfi cie Exterior (°C)	Temp. Interior (°C)	Temp. Exteri or (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Super ficie Exteri or (°C)
	VIVIENDAS SIN FIBRAS DE AGAVE				VIVIENDAS CON FIBRAS DE AGAVE			
05:00 a.m.	11	10.4	11.3	10.6	11.6	10.3	12.1	11.3
08:00 a.m.	13.7	12.5	14	13.3	14.5	11.9	15	13.8
11:00 a.m.	16.7	14.3	17.2	15.6	17.3	13.9	17.9	16.8
14:00 p.m.	21.2	20.2	21.7	20.8	21.9	21.5	22.6	21.7
17:00 p.m.	18.4	17.5	19	18.1	19.3	17.7	20	18.7
19:00 p.m.	15.7	15.2	16.2	15.4	16.4	15.9	17.1	16.1
21:00 p.m.	13.9	13.2	14.3	13.5	14.6	13.8	15.2	14.1
00:00 a.m.	13.2	12.8	14	13	14.1	12.5	14.6	13.8
03:00 a.m.	12.3	12	12.8	12.1	13.1	11.8	13.8	12.6

Figura 50

Temperatura Interior Vivienda 1 (°C) - VSF vs VCF

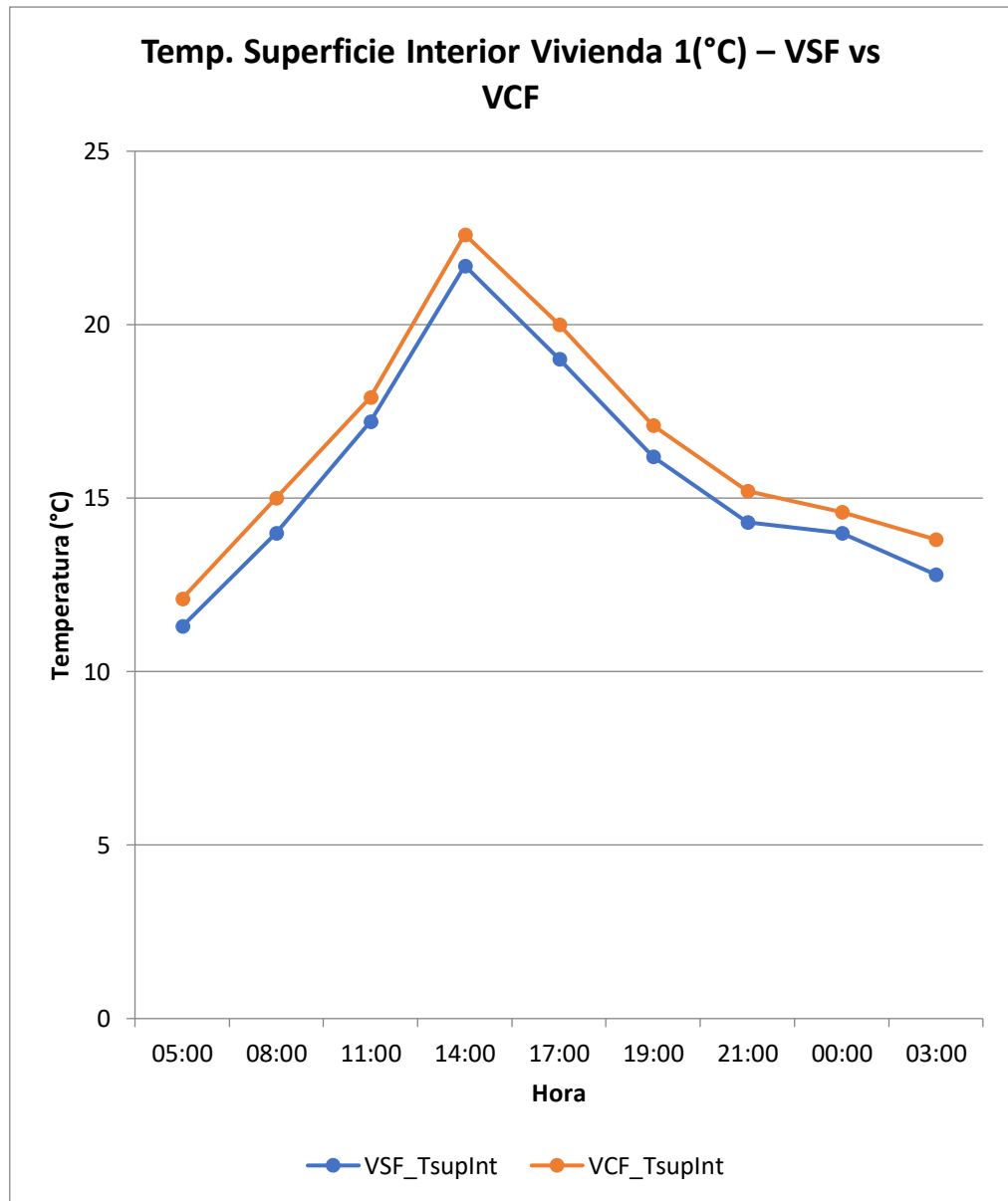


Interpretación:

En el gráfico se ve que el tarrajeo eleva ligeramente la temperatura interior en casi todo el día: VCF se mantiene 0.5–1.0 °C por encima de VSF, con pico a las 14:00 (22 °C vs 21 °C). La amplitud térmica apenas disminuye y el enfriamiento nocturno es un poco más lento. No hay cambio en el horario del máximo. Resultado: leve mejora del confort, sobre todo noche-madrugada.

Figura 51

Temp. Superficie Interior Vivienda 1(°C) – VSF vs VCF

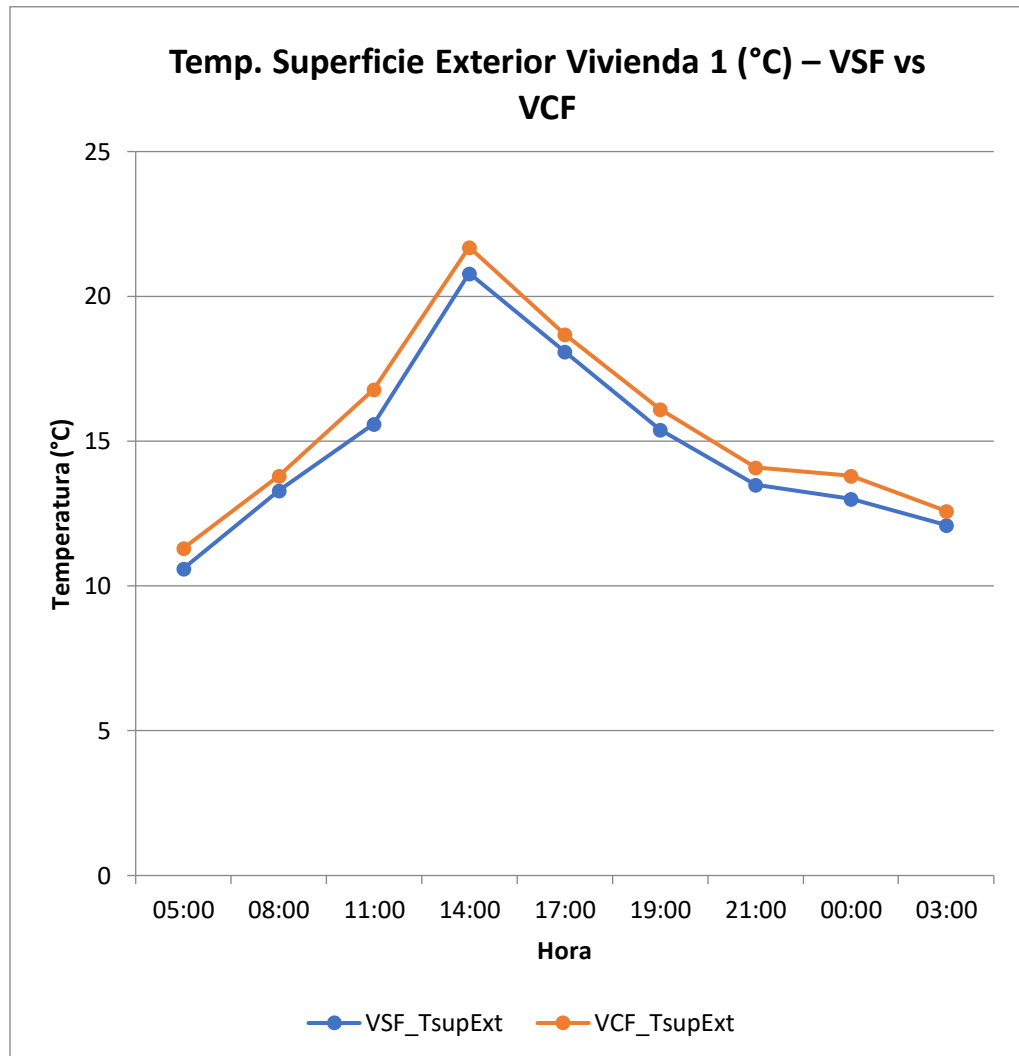


Interpretación:

En el gráfico se ve que las curvas son similares, pero la superficie interior con tarrajeo (VCF) es 0.5–1.0 °C mayor y desciende más suavemente después de las 17:00. Esto sugiere una pequeña mayor retención térmica del revestimiento, con acoplamiento estrecho con el aire interior y sin desfase apreciable del pico (22–23 °C a las 14:00). Efecto: ligera amortiguación del enfriamiento vespertino-nocturno.

Figura 52

Temp. Superficie Exterior Vivienda 1 (°C) – VSF vs VCF



Interpretación:

En el gráfico se ve que la superficie que ambas condiciones muestran comportamiento casi idéntico, dominado por la radiación: máximo a las 14:00 (21–22 °C) y descenso sostenido hasta la madrugada. VCF solo supera a VSF por márgenes mínimos (0.2–0.5 °C) sin alterar el horario del pico. Conclusión: el tarrajeo no modifica significativamente la temperatura de la cara exterior; los beneficios térmicos se perciben principalmente en el interior.

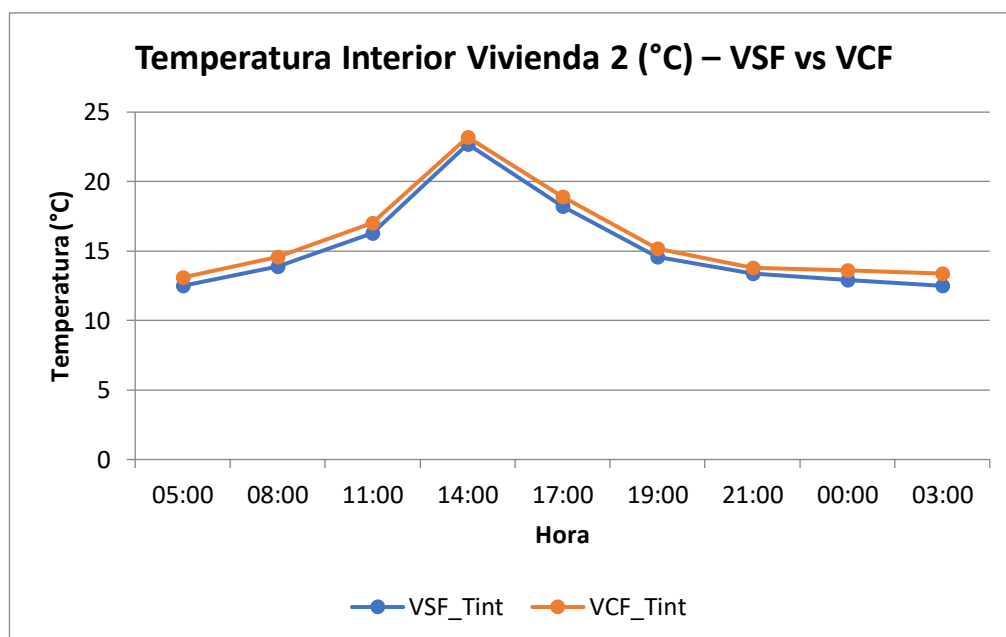
Tabla 20

Comparación de las temperaturas de la Vivienda 2 con y sin el tarrajeo con fibras de Agave

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
VIVIENDAS SIN FIBRAS DE AGAVE				VIVIENDAS CON FIBRAS DE AGAVE				
05:00 a.m.	12.5	11.8	12.9	12.3	13.1	11.8	13.6	12.9
08:00 a.m.	13.9	13.5	14.1	13.7	14.6	13.1	14.8	14.1
11:00 a.m.	16.3	15.6	17	16.1	17	15.3	17.6	16.6
14:00 p.m.	22.7	21.7	23.2	22.2	23.2	21	23.8	22.8
17:00 p.m.	18.2	17.9	18.6	18.1	18.9	18	19.6	18.6
19:00 p.m.	14.6	14	15.3	14.3	15.2	13.9	15.8	14.8
21:00 p.m.	13.4	12.9	13.9	13	13.8	13	14.4	13.5
00:00 a.m.	12.9	12.6	13.4	12.8	13.6	13.1	14	13.3
03:00 a.m.	12.5	12.1	13	12.3	13.4	12.2	13.9	12.8

Figura 53

Temperatura Interior Vivienda 2 (°C) – VSF vs VCF

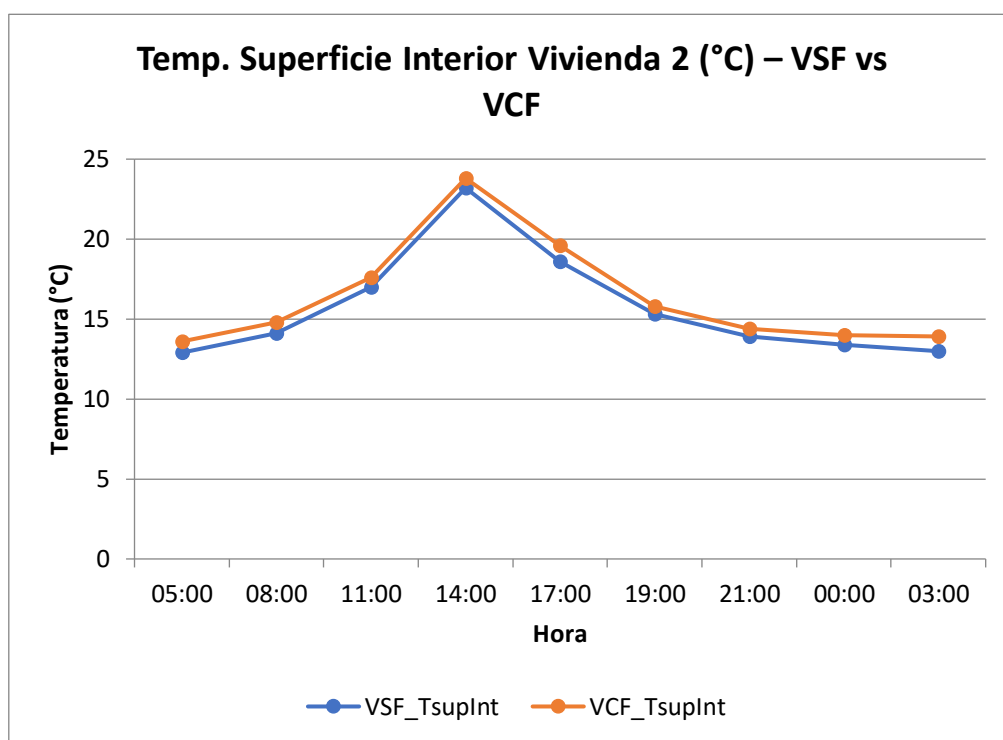


Interpretación:

En el gráfico se ve que el tarrajeo (VCF) mantiene el mismo patrón que VSF, pero eleva ligeramente la temperatura interior en casi todas las horas (0.5–0.8 °C) y hace más lento el enfriamiento vespertino-nocturno. El máximo se conserva a las 14:00 (23 °C VCF y ~22.5 °C VSF). La amplitud diaria se reduce apenas. Resultado: leve mejora de confort, sobre todo de noche y madrugada.

Figura 54

Temp. Superficie Interior Vivienda 2 (°C) – VSF vs VCF

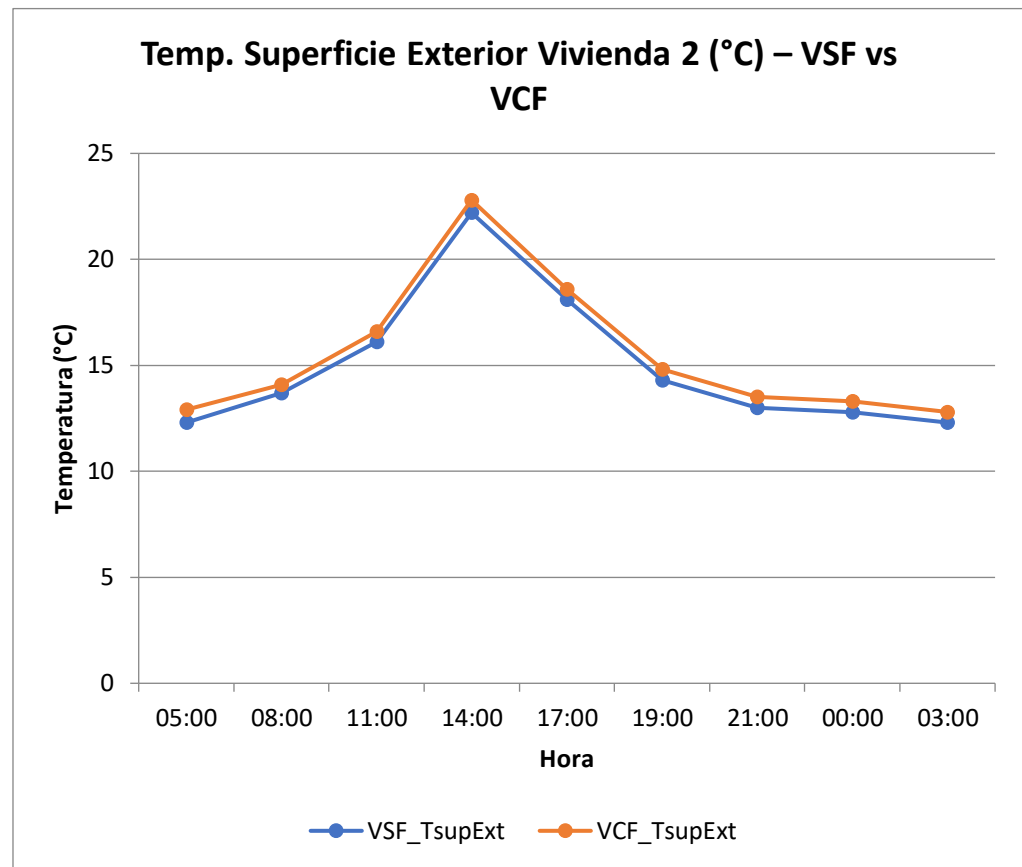


Interpretación:

En el gráfico se ve que las curvas son casi paralelas; con tarrajeo la superficie interior es sistemáticamente mayor en 0.4–0.7 °C y desciende más suavemente después de las 17:00. El pico permanece a las 14:00 (24 °C VCF, 23.5 °C VSF). Esto indica una pequeña ganancia de inercia térmica del revestimiento y un acoplamiento estrecho con el aire interior, sin cambio del horario máximo.

Figura 55

Temp. Superficie Exterior Vivienda 2 (°C) – VSF vs VCF



Interpretación:

En el gráfico se ve que la cara exterior está dominada por la radiación: ambas series alcanzan el máximo a las 14:00 (22–23 °C) y disminuyen de forma parecida hasta la madrugada. Las diferencias entre VCF y VSF son mínimas (<0.5 °C) y no alteran la hora del pico. Conclusión: el tarrajeo no modifica de forma apreciable la respuesta térmica exterior; sus beneficios se concentran en el interior.

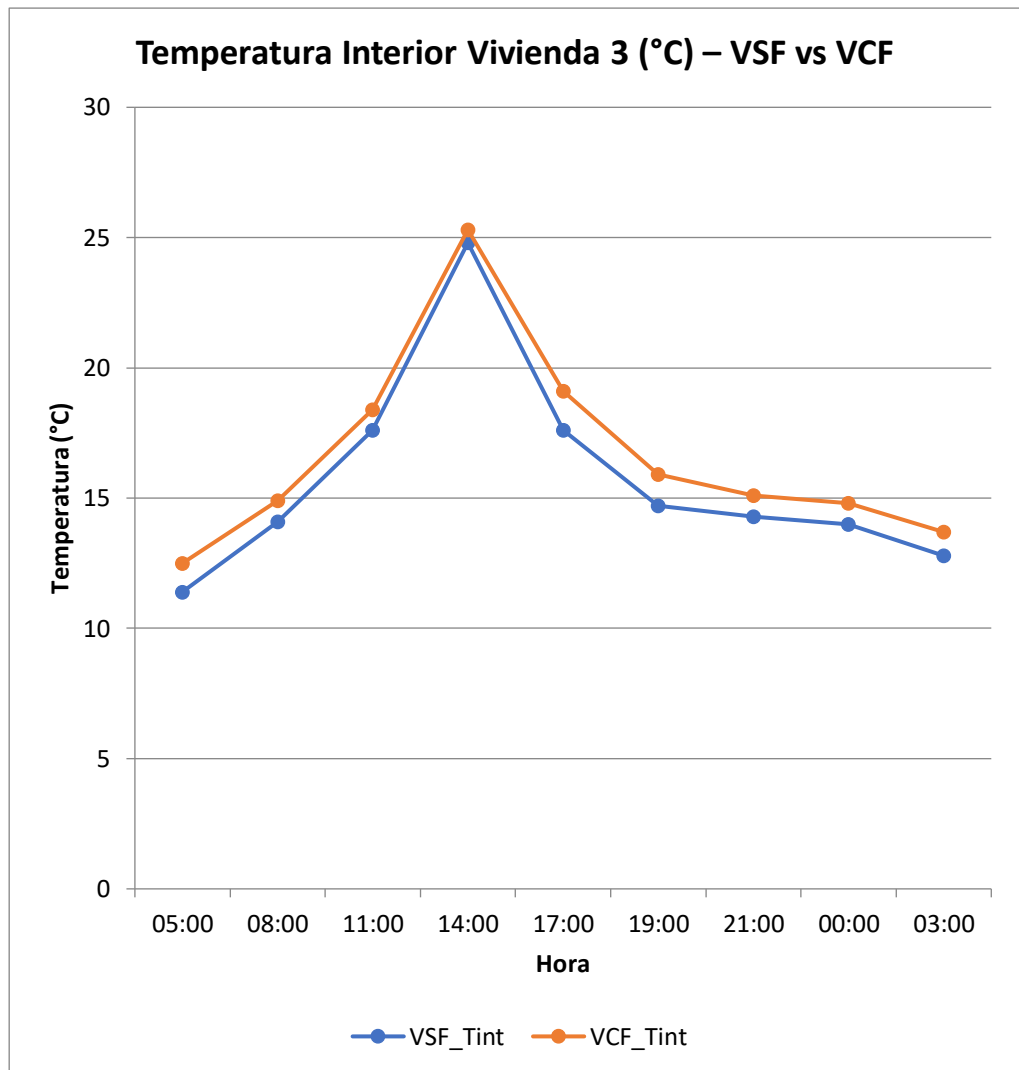
Tabla 21

Comparación de las temperaturas de la Vivienda 3 con y sin el tarrajeo con fibras de Agave

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Temp. Superfi cie Interior (°C)	Temp. Superfi cie Exterior (°C)	Temp. Interior (°C)	Temp. Exteri or (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superfi cie Exterior (°C)
VIVIENDAS SIN FIBRAS DE AGAVE				VIVIENDAS CON FIBRAS DE AGAVE				
05:00 a.m.	11.4	10.2	12.3	11	12.5	11.8	12.7	12
08:00 a.m.	14.1	13.9	14.5	14.2	14.9	14.6	15.6	14.8
11:00 a.m.	17.6	17.2	18.1	17.5	18.4	16	19	18.1
14:00 p.m.	24.8	23.2	25.3	24.5	25.3	21.2	25.8	24.9
17:00 p.m.	17.6	16.9	18.6	18.1	19.1	17.1	19.4	18.8
19:00 p.m.	14.7	14.1	15.8	14.8	15.9	14.5	16.4	15.6
21:00 p.m.	14.3	13.8	14.9	14.3	15.1	14	15.5	15
00:00 a.m.	14	13.3	14.5	13.9	14.8	12.6	15.3	14.6
03:00 a.m.	12.8	11.4	13.6	12.8	13.7	12.7	14.2	13.5

Figura 56

Temperatura Interior Vivienda 3 (°C) – VSF vs VCF

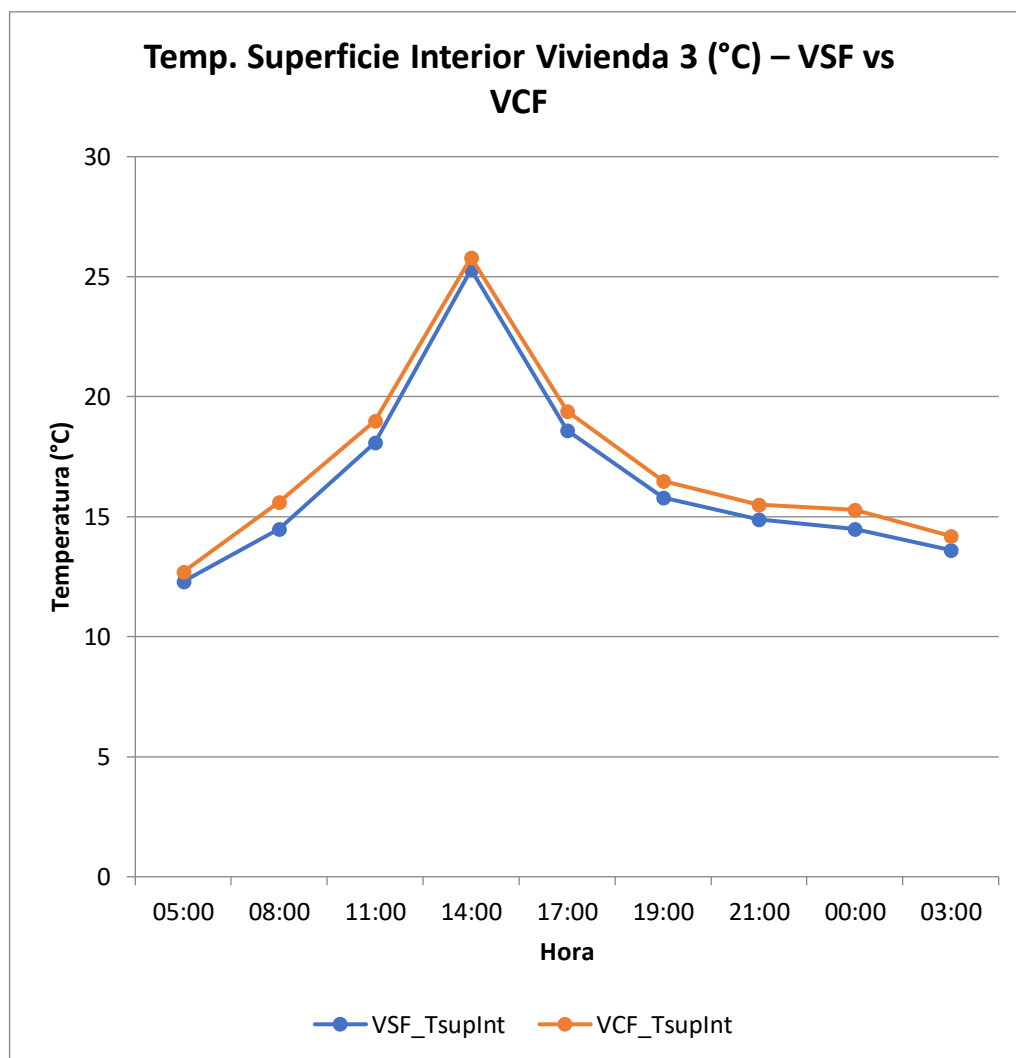


Interpretación:

En el gráfico se ve que el tarrajeo (VCF) mantiene el mismo patrón que VSF, pero eleva la temperatura interior entre 0.6 y 1.2 °C en casi todas las horas. El pico se ubica a las 14:00 (25.5 °C VCF vs 25 °C VSF). Desde las 17:00 el enfriamiento es más lento, logrando noches y madrugadas 0.8–1.0 °C más templadas. La amplitud diaria se reduce levemente; el sobrecalentamiento vespertino persiste

Figura 57

Temp. Superficie Interior Vivienda 3 (°C) – VSF vs VCF

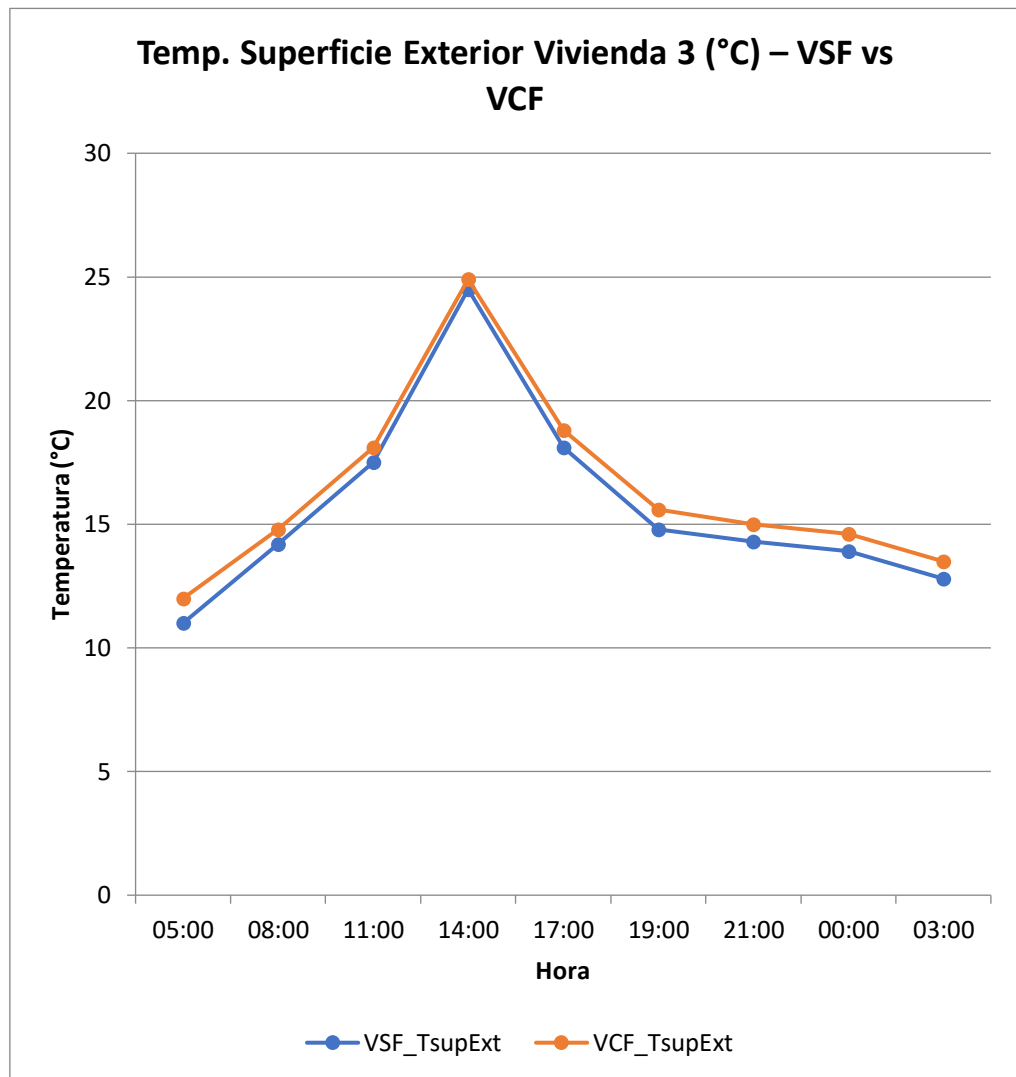


Interpretación:

En el gráfico se ve que las curvas son muy próximas, con VCF sistemáticamente mayor en ~0.4–0.8 °C y descenso vespertino más suave. El máximo ocurre a las 14:00 (25.8–26 °C VCF; 25–25.5 °C VSF). Esto sugiere ligera mayor “retención” térmica del revestimiento, que entrega calor algo más tiempo al ambiente interior. No se aprecia desfase del pico; aire y pared siguen acoplados.

Figura 58

Temp. Superficie Exterior Vivienda 3 (°C) – VSF vs VCF



Interpretación:

En el gráfico se ve que la cara exterior está dominada por la radiación solar: máximo a las 14:00 (24.5–25 °C) y descenso sostenido hasta la madrugada. Las diferencias entre VCF y VSF son pequeñas (<0.5–0.7 °C) y no cambian el horario del pico. Conclusión: el tarrajeo apenas modifica la respuesta térmica exterior; los efectos beneficiosos se concentran en el interior (ligera reducción de la amplitud y enfriamiento más lento).

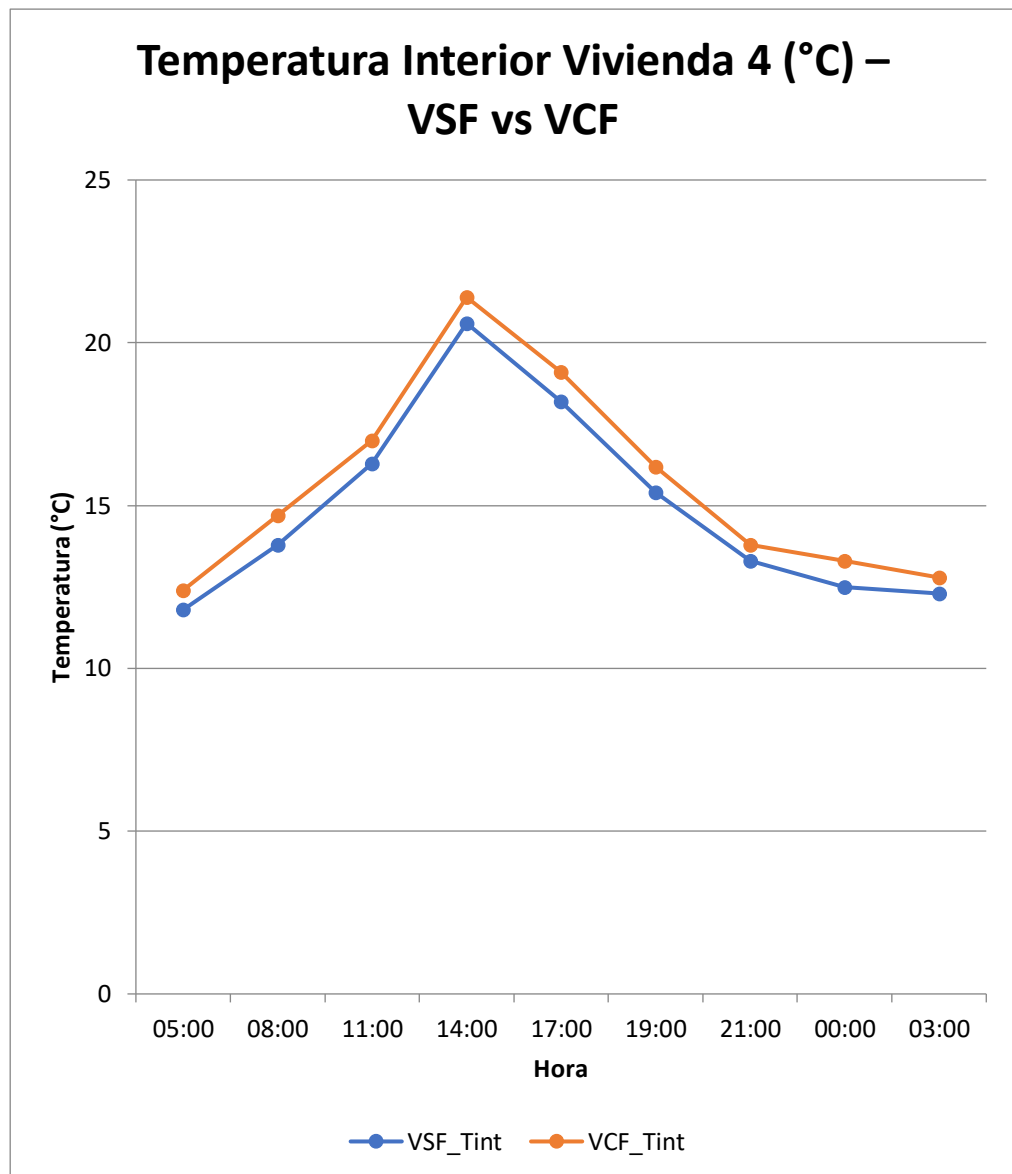
Tabla 22

Comparación de las temperaturas de la Vivienda 4 con y sin el tarrajeo con fibras de Agave

Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Temp. Superfi cie Interior (°C)	Temp. Superfi cie Exterior (°C)	Temp. Interior (°C)	Temp. Exteri or (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superfi cie Exterior (°C)
VIVIENDAS SIN FIBRAS DE AGAVE				VIVIENDAS CON FIBRAS DE AGAVE				
05:00 a.m.	11.8	9.2	12.3	11	12.4	11	13	12
08:00 a.m.	13.8	12.1	14.1	13.1	14.7	13.2	15.2	14.2
11:00 a.m.	16.3	14.2	17	15.8	17	14.5	17.5	16.5
14:00 p.m.	20.6	19.5	21	20.3	21.4	19.3	21.9	20.9
17:00 p.m.	18.2	17.1	18.6	17.9	19.1	16.9	20	18.6
19:00 p.m.	15.4	14.8	15.8	15.1	16.2	15.2	16.9	15.9
21:00 p.m.	13.3	12.6	13.5	12.8	14	13.5	14.5	13.7
00:00 a.m.	12.5	12.1	12.9	12.3	13.3	12.2	14	12.9
03:00 a.m.	12.3	11.7	12.6	11.9	12.8	12	13.2	12.5

Figura 59

Temperatura Interior Vivienda 4 (°C) – VSF vs VCF

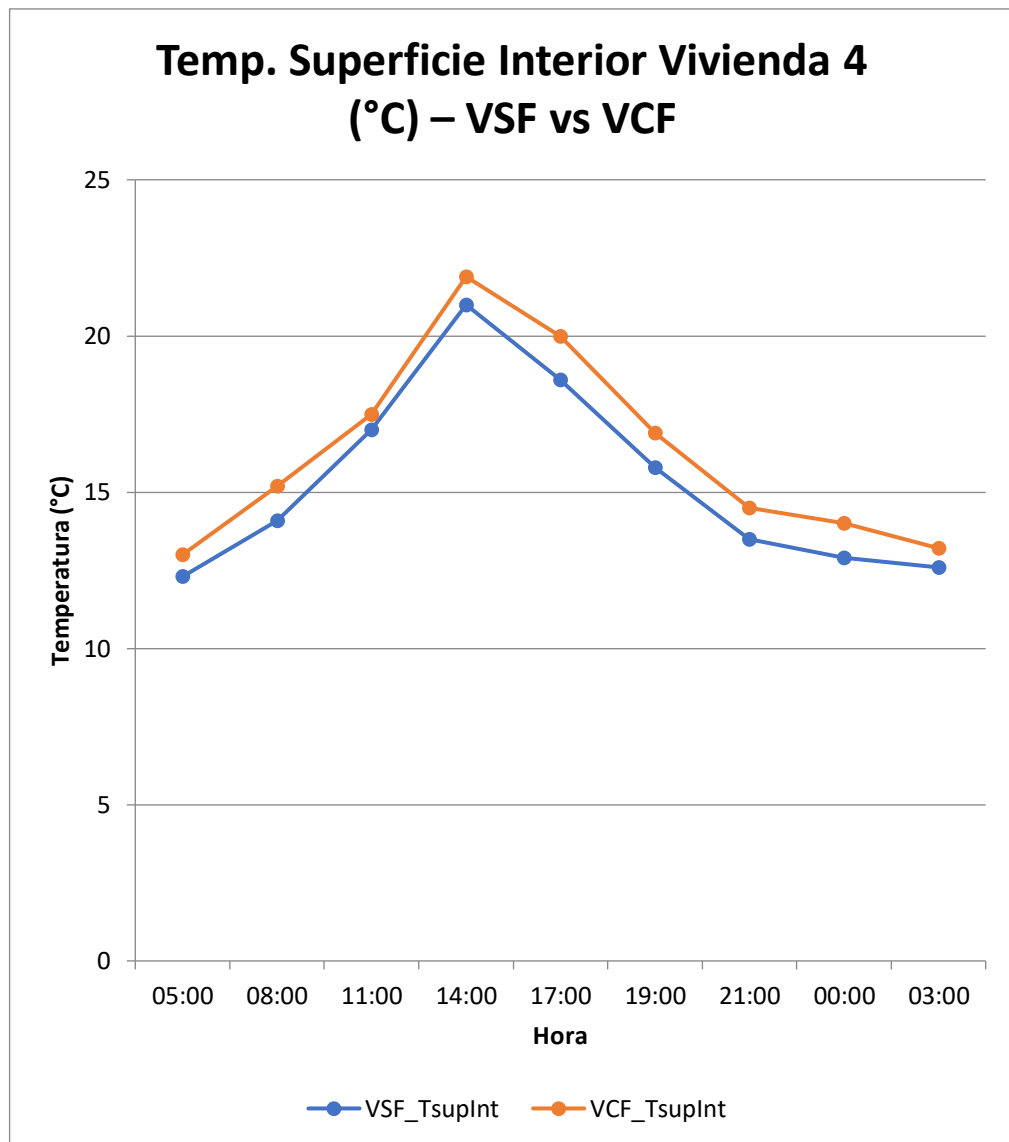


Interpretación:

En el gráfico se ve que el tarrajeo (VCF) mantiene el mismo patrón que VSF, pero eleva ligeramente la temperatura interior en casi todo el día (0.3–0.8 °C). El pico permanece a las 14:00 y la amplitud diaria se reduce un poco. Desde las 17:00 el enfriamiento es más lento, dejando noches y madrugadas algo más templadas. Resultado: mejora leve del confort sin cambio en el horario del máximo.

Figura 60

Temp. Superficie Interior Vivienda 4 (°C) – VSF vs VCF

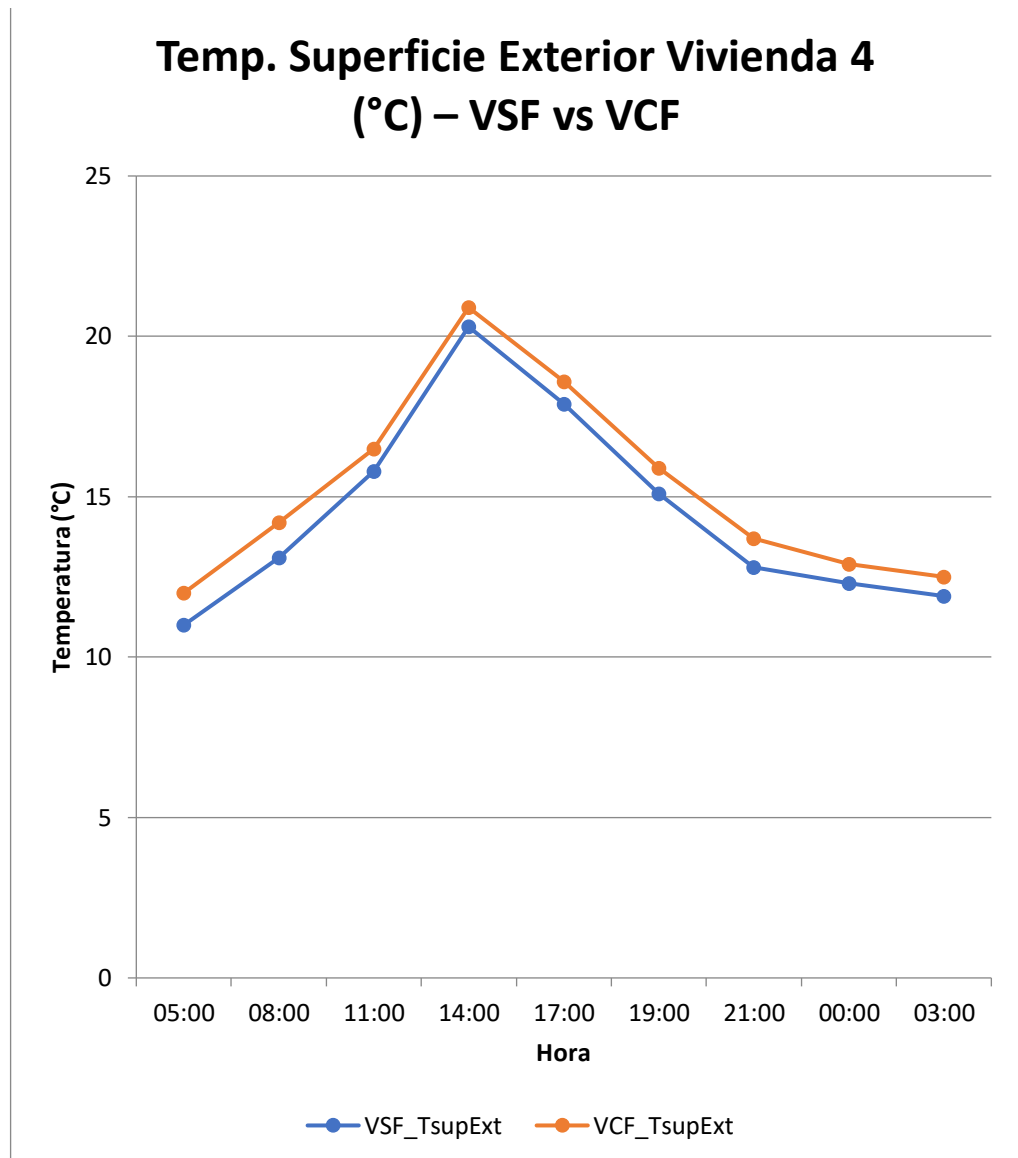


Interpretación:

En el gráfico se ve que las curvas son muy próximas; con tarrajeo la pared interior es sistemáticamente más cálida (0.5–1.0 °C) y desciende con mayor suavidad tras la tarde. El máximo sigue a las 14:00. Esto sugiere una pequeña ganancia de “retención” térmica del revestimiento, que prolonga algo el calor hacia la tarde-noche, manteniendo un acoplamiento estrecho con el aire interior.

Figura 61

Temp. Superficie Exterior Vivienda 4 (°C) – VSF vs VCF



Interpretación:

En el gráfico se ve que la respuesta exterior está dominada por la radiación solar: máximo a las 14:00 y descenso sostenido hasta la madrugada. Entre VCF y VSF las diferencias son mínimas (0.2–0.5 °C) y no modifican la hora del pico. Conclusión: el tarrajeo casi no altera la temperatura de la cara exterior; los beneficios térmicos se perciben principalmente en el interior.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la hipótesis general:

HG. El uso del mortero con fibras de agave mejora significativamente el aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú-2025.

H0. El uso del mortero con fibras de agave no mejora significativamente el aislamiento térmico en dichas viviendas.

Tabla 23

Descriptivos globales de ΔT (Post-Pre)

n pares	Media Δ (°C)	DE Δ	Mediana Δ	Mín. Δ	Máx. Δ	% $\Delta > 0$
36	0.766667	0.205635	0.75	0.4	1.5	100

Tabla 24

Pruebas para la Hipótesis General (global, 36 pares)

Prueba	Estadístico	gl	p	Tamaño de efecto	Observación
Shapiro-Wilk (normalidad Δ)	0.886658947		0.001503		Global (36 pares)
Wilcoxon (Δ vs 0)	6.65103538	0		1	RBC (biserial por rangos)

Interpretación:

La mejora significativa del confort interior observada a nivel global (36 pares) es coherente con el descenso de la conductividad térmica del revestimiento al aumentar el contenido de fibra (hasta 1.5%), y con los mejores indicadores de durabilidad (menor succión y erosión) que preservan la función aislante en el tiempo. El conjunto de evidencia confirma que el mortero con fibras de agave reduce la transferencia de calor hacia el exterior y estabiliza la temperatura interior, especialmente en horas frías.

Para la hipótesis específica 1:

HG. Existe una proporción óptima de fibras de agave que maximizará la capacidad de aislamiento térmico del mortero.

H0. No existe una proporción óptima de fibras de agave que maximizará la capacidad de aislamiento térmico del mortero.

Tabla 25

Conductividad térmica (k) por dosificación de fibra

Dosificación (%)	k (W/m·K)
0.5	0.0805
1	0.0746
1.5	0.0715

Tabla 26

Tendencia estadística de k vs % de fibra

Estadístico	Valor
Spearman ρ	-1
Spearman ρ	0
Pendiente (β_1)	-0.009
Intercepto (β_0)	0.084533
R	-0.984248
R ²	0.968745
p (regresión)	0.113143

Tabla 27

Mejora relativa de k respecto a barro+paja (k=0.09)

Dosificación (%)	Mejora vs barro+paja (k=0.09)
0.5	0.105556
1	0.171111
1.5	0.205556

Interpretación:

La reducción consistente de k con el incremento de fibra confirma que el refuerzo lignocelulósico introduce micro-oclusiones de aire y mayor tortuosidad al flujo térmico, elevando la resistencia térmica efectiva del

revestimiento. La dosificación 1.5 % se comporta como óptimo experimental en el rango 0.5–1.5 %, al registrar la menor k sin penalizaciones observadas.

Para la hipótesis específica 2:

HG. La técnica de revestimiento de barro maximizará la durabilidad del mortero de tierra con fibras de agave y la protección del muro de adobe contra la humedad y la erosión, cumpliendo con los criterios de la Norma E0.80 sobre mantenimiento y protección de edificaciones de tierra.

H0. La técnica de revestimiento de barro no maximizará la durabilidad del mortero de tierra con fibras de agave y la protección del muro de adobe contra la humedad y la erosión, incumpliendo con los criterios de la Norma E0.80 sobre mantenimiento y protección de edificaciones de tierra.

Tabla 28

Adherencia (ASTM D3359 codificada)

Grupo	n	Adherencia (media, 0–4)
CF (1.5%)	2	4.00
SF	2	0.50

Tabla 29

Erosión por agua (% pérdida de masa)

Grupo	n	% pérdida (media)
CF (1.5%)	2	0.095
SF	2	0.685

Tabla 30

Erosión abrasiva (pérdida de espesor, mm)

Grupo	n	Pérdida (mm, media)
CF (1.5%)	2	3.00
SF	2	8.00

Tabla 31

Capilaridad (ganancia de masa, g)

Grupo	n	Ganancia (g, media)
CF (1.5%)	4	23.550

SF	4	33.575
----	---	--------

Tabla 32

Resumen inferencial

Variable	Prueba	U	p (unilateral)	Z	Tamaño de efecto r	Decisión
Adherencia (cód.)	MW (CF>SF)	4.000	0.166667	0.967	0.484	Tendencia CF>SF
Erosión por agua (%)	MW (CF<SF)	0.000	0.166667	0.967	0.484	Tendencia CF<SF
Erosión abrasiva (mm)	MW (CF<SF)	0.000	0.166667	0.967	0.484	Tendencia CF<SF
Capilaridad (g)	MW (CF<SF)	1.000	0.028571	1.902	0.673	Mejora CF<SF

Interpretación:

Aunque el tamaño muestral de algunos ensayos es reducido (n=2 por grupo en adherencia/erosión), todas las métricas presentan mejoras direccionales contundentes con fibras (mayor adherencia; menores pérdidas por agua/abrasión; menor succión capilar). La capilaridad muestra diferencia estadísticamente significativa ($p=0.0286$, efecto grande), y los otros ensayos exhiben efectos grandes/consistentes que son relevantes y coherentes con el mecanismo (anclaje y puenteo fibroso, mejor continuidad matricial y menor conectividad de poros).

Para la hipótesis específica 3:

HG. La aplicación del mortero con fibras de Agave aumentará la resistencia térmica en los muros de adobe, mejorando el confort térmico en el interior de la vivienda.

H0. La aplicación del mortero con fibras de Agave no aumentará la resistencia térmica en los muros de adobe, mejorando el confort térmico en el interior de la vivienda.

Tabla 33*Normalidad de las diferencias (Post–Pre) por vivienda y global*

Vivienda	n pareadas	Métrica	Shapiro–Wilk (W)	p
1	9	Diferencias por hora	0.899	0.248
2	9	Diferencias por hora	0.930	0.486
3	9	Diferencias por hora	0.912	0.327
4	9	Diferencias por hora	0.922	0.407
Global	36	Diferencias por hora	0.887	0.001

Tabla 34*Pruebas pareadas por vivienda y global (temperatura interior)*

Vivienda	Prueba	Estadístico	gl	p (bilateral)	Tamaño de efecto	Conclusión
1	t pareada	19.757	8	4.50×10^{-8}	6.586	Aumenta (Post>Pre)
2	t pareada	13.577	8	8.33×10^{-7}	4.526	Aumenta
3	t pareada	9.604	8	1.1468×10^{-5}	3.201	Aumenta
4	t pareada	6.750	8	1.63×10^{-7}	5.583	Aumenta
Global	Wilcoxon	6.651	—	2.91×10^{-11}	RBC=1.000	Aumenta

Interpretación:

Tras el revestimiento con fibras, las viviendas permanecen significativamente más cálidas en horas frías y con menores oscilaciones; por ejemplo, V1 (03:00) 12.3→13.1 °C, V3 (05:00) 11.4→12.5 °C. Esto evidencia reducción de pérdidas (menor flujo hacia el exterior) y mejora del confort.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Los resultados obtenidos como la reducción de la conductividad térmica, el incremento de la resistencia térmica, mejor adherencia, disminución de fisuración, y menores pérdida de erosión por agua y abrasiva, y una menor absorción de agua por capilaridad, así como el aumento de la temperatura al interior de la vivienda, son consistentes con la tendencia reportada en los antecedente internacionales, nacionales y locales.

En el ámbito internacional, se corrobora lo señalado por Espinoza (2022) “Elaboración de placas de aislamiento térmico a partir de fibra de coco empleando ácido poliláctico (PLA) como aglutinante”, respecto a que los compuestos de tierra mejoran el desempeño térmico y mecánico cuando se optimiza la formulación del material, también se corrobora con Calderón (2019) “Evaluación del mejoramiento del confort térmico con la incorporación de materiales sostenibles en viviendas en autoconstrucción en Bosa, Bogotá”, quien evidencia que la utilización de materiales sostenibles, aumenta la temperatura interna de las viviendas, y con Lozano y Rojas (2019) “Elaboración de paneles termoaislantes para cubierta a partir de fibras de bagazo de la caña de azúcar”, que muestran como paneles con insumos lignocelulósicos mejoran las propiedades térmicas, mecánicas y funciona como aislante térmico debido a su baja conductividad térmica.

En los antecedentes nacionales, los resultados coinciden con Chea (2022) “Estudio de la fibra de ichu incorporada como aislante térmico a un sistema de construcción en seco para su uso en envolventes de viviendas rurales ubicadas en zonas climáticas frías del Perú”, cuyo trabajo respalda la transferencia de calor, la reducción de conductividad térmica mediante el uso de fibras naturales como el ichu y que estas incluso pueden alcanzar una resistencia térmica similar a la lana de vidrio, comprobando que las fibras naturales funcionan muy bien como aislante térmico; de forma muy alineada,

Cotrina (2019) “Panel a base de hoja de cabuya (*Agave americana* L.) para aislante térmico en época de heladas en las zonas alto andinas del Perú, 2019”, demuestra el potencial de la cabuya como aislante térmico en zonas altoandinas, ya que tiene una muy baja conductividad térmica y una buena resistencia térmica, reforzando la pertinencia del uso de agave en mi mortero, asimismo, Mamani y Remachi (2022) “Mejora de la eficiencia del muro trombe con cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de adobe de la ciudad Puno 2022”, utiliza un material distinto pero confirma que el uso de soluciones como las láminas EPS incrementa la temperatura interior y el confort térmico en viviendas de adobe, coherente con lo demostrado en esta investigación.

En el ámbito local, Fretel (2022) “Evaluación del uso del Ichu (*Stipa Ichu*) en la bioconstrucción y su influencia en el confort térmico de viviendas de Ayapiteg, Huánuco 2022”, destaca la aplicabilidad del ichu en la bioconstrucciones de Huánuco, para mejorar el confort térmico de viviendas, tanto en la temperatura y la humedad, mientras que Cueva e Ynga (2021) “Aprovechamiento de la fibra y zumo de maguey (*Agave Americana*) para el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la mampostería de adobe tradicional en el Centro Poblado de Pichipampa-Huánuco-2021” y Gómez y Soto (2021) “Propiedades físico-mecánicas del mortero con cáscara de huevo frente a uno convencional, en muros de albañilería, distrito de Pillco Marca-Huánuco 2022”, aportan la base de propiedades físico-mecánicas del adobe regional y la necesidad de revoques mejorados para preservar el muro, comparando con los resultados obtenidos de la alta adherencia y baja erosión por lluvia y abrasión, que mostró las fibras de agave, nos muestra que el refuerzo de estas fibras naturales elevan el comportamiento superficial del revoque y, por ende, contribuye a la durabilidad del sistema.

En conjunto, al contrastar con los antecedentes y los resultados obtenidos en esta investigación, se confirma que el uso de fibras naturales locales, es una estrategia válida para disminuir la conductividad térmica, aumentar la estabilidad térmica interior y fortalecer el comportamiento superficial del revoque en viviendas de adobe en zonas altoandinas.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye que:

Para el objetivo general: Evaluar el efecto de la aplicación de un mortero con fibras de agave sobre el aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú-2025. El tarrajeo con mortero de tierra 1.5% de fibras de agave mejoró de forma significativa el confort térmico interior de las viviendas evaluadas, con ganancias nocturnas relevantes (0.63-0.93 °C) y moderación del pico de la tarde. En el laboratorio, el sistema redujo k hasta 0.0715 W/m.K (-20.59% respecto a barro+paja =0.09 W/m.k) y resistencia al flujo de calor y sustenta el desempeño observado en la vivienda. La intervención incrementó la durabilidad funcional del revoque (adherencia 4B, ausencia de fisuras en la muestra con fibras, -7% de pérdida por agua, -62.5% abrasión y -30% de capilaridad), contribuyendo en la protección del muro de adobe conforme a E.080.

Para el objetivo específico 1: Determinar la proporción óptima de fibras de agave en el mortero para maximizar su capacidad de aislamiento térmico. Se determinó que la proporción del 1.5% de fibras de agave, resulta óptima dentro del rango estudiado, alcanzando una conductividad térmica promedio de 0.0715 W/m. K, lo que representa una mejora del 20.59% en la capacidad de aislamiento térmico en comparación con un mortero tradicional de barro y paja (0.09 W/m. K).

Para el objetivo específico 2: Evaluar el efecto de la técnica de revestimiento de adobe utilizada en la durabilidad del mortero de tierra con fibras de agave y en la protección del muro de adobe frente a la humedad y la erosión, considerando los criterios de la Norma E.080 sobre mantenimiento y protección de edificaciones de tierra. El mortero con 1.5% de fibras de agave presenta propiedades de durabilidad superiores a un mortero de tierra sin fibras. Demostró una ausencia de fisuras, una excelente adherencia al sustrato (Clase 4B según ASTM D3359), alta resistencia a la erosión por agua y por abrasión, y una menor absorción de agua por capilaridad. Estas características ayudan a una mayor vida útil del revestimiento y una mejor

protección del muro de adobe, cumpliendo con los principios de mantenimiento y protección de la Norma E.080.

Para el objetivo específico 3: Medir y comparar la variación térmica en el interior de la vivienda antes y después de aplicar el mortero con fibras de agave. La aplicación del revestimiento de mortero con 1.5% de fibras de agave en los muros de las viviendas de adobe del CC.PP. Nauyan Rondos mejora el comportamiento térmico interior. Se constató una mayor estabilidad de la temperatura interna, con una reducción de las pérdidas de calor durante la noche y madrugada, también una estabilidad térmica diurna, haciendo que la pérdida de calor sea de forma gradual, en comparación con las mismas viviendas antes de la intervención. Esto se traduce en una mejora del confort térmico para los habitantes.

RECOMENDACIONES

- ✓ Implementar y difundir el uso del mortero con 1,5% de fibras de agave como revestimiento térmico en programas de mejora de viviendas o nuevas construcciones de adobe en el CC. PP. Nauyan Rondos y comunidades altoandinas con climas similares, priorizando su aplicación en muros interiores y/o exteriores según la necesidad de cada vivienda.
- ✓ Desarrollar manuales prácticos y talleres de capacitación para los constructores locales y las familias de la comunidad sobre la correcta preparación de la fibra de Agave y su aplicación, asegurando un espesor adecuado y buenas prácticas constructivas para garantizar su efectividad y durabilidad.
- ✓ Continuar la investigación explorando proporciones de fibra de agave superiores al 1.5%, la adición de otras fibras naturales y el efecto de diferentes espesores de aplicación, para optimizar aún más las propiedades térmicas y mecánicas del mortero.
- ✓ Realizar un análisis de ciclo de vida y un estudio de costo-beneficio más detallado, considerando costos de extracción y procesamiento de la fibra, la mano de obra local, la durabilidad estimada y el potencial ahorro en calefacción y salud, para cuantificar integralmente la sostenibilidad y rentabilidad de tecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M., Alabdulkarem, A., Nuhait, A., Al-Salem, K., Almuzaiker, R., Bayaquob, O., Salah, H., Alsaggaf, A., y Algafri, Z. (2020). Thermal Analyses of Loose Agave, Wheat Straw Fibers and Agave/Wheat Straw as New Hybrid Thermal Insulating Materials. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*. <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1724232>
- Arciénega, A., y Maristany, A. (2019). Confort térmico en viviendas Andinas. <https://issuu.com/13bab/docs/30ic-115-documento-alvaro-arcienega-rosso/1>
- ASTM International. (2010). ASTM E514-03: Standard Test Method for Water Penetration and Leakage Through Masonry. <https://store.astm.org/e0514-08.html>
- ASTM International. (2017). ASTM D3359-17: Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test. https://cdn1.npcdn.net/userfiles/23221/download/1655171834_49bc64ccd55d247575163fb8c90fb2d2/ASTM-D3359-2017.pdf
- ASTM International. (2018). ASTM C67-18: Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile. https://store.astm.org/c0067_c0067m-18.html
- ASTM International. (2020). ASTM C0136/C0136M-14: Métodos de prueba estándar para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos. https://doi.org/10.1520/C0136_C0136M-14
- ASTM International. (2024). ASTM C1363-19: Standard Test Method for Thermal Performance of Building Materials and Envelope Assemblies by Means of a Hot Box Apparatus. <https://store.astm.org/c1363-19.html>
- Baraya, S. (2022). Adobe: el material reciclable más sostenible. <https://www.archdaily.pe/pe/944575/adobe-el-material-reciclable-mas-sostenible>

- Barnet, Y., y Jabrane, F. (2015). "Eco-domo, un hábitat para reducir la vulnerabilidad frente al friaje en el Perú" [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres].
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2165>
- Caballero, M., Silva, L., López, I., José, A., Cortés, C., Montes, J., y García, R. (2008). Caracterización de propiedades mecánicas de fibras del *Agave angustifolia* Haw.
http://somim.org.mx/memorias/memorias2008/articulos/A1/A1_297.pdf
- Calderon, F. (2019). "Evaluación del mejoramiento del confort térmico con la incorporación de materiales sostenibles en viviendas de autoconstrucción en Bogotá, Colombia" [Tesis de maestría, Universidad de La Salle].
https://www.researchgate.net/publication/338780766_Evaluacion_del_mejoramiento_del_confort_termico_con_la_incorporacion_de_materiales_sostenibles_en_viviendas_de_autoconstruccion_en_Bogota_Colombia
- Chea, F. (2022). "Estudio de la fibra de ichu incorporada como aislante térmico a un sistema de construcción en seco para su uso en envolventes de viviendas rurales ubicadas en zonas climáticas frías del Perú" [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/24625>
- Colque, O., y Condori, A. (2016). "Determinación de la eficiencia térmica de una terma solar de tubos al vacío en Puno" [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2999>
- Cotrina, R. (2019). "Panel a base de hoja de cabuya (*Agave americana* L.) para aislamiento térmico en época de heladas en las zonas alto andinas del Perú, 2019" [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43140>

- Cueva, R., y Ynga, R. (2021). "Aprovechamiento de la fibra y zumo de maguey (Agave Americana) para el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la mampostería de adobe tradicional en el Centro Poblado de Pichipampa - Huánuco – 2021" [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/f7337518-1d17-4d2d-ae02-1d7bed021f85>
- Davis, S., Kuzmick, E., Niechayev, N., y Hunsaker, D. (2015). Productivity and water use efficiency of Agave americana in the first field trial as bioenergy feedstock on arid lands. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12270>
- Escobar, I. (2010). Apuntes de la asignatura de: "Metrología y Normalización". <https://1library.co/es/download/881057916741156867>
- Espinoza, J., Amador, G., Navarro, J., y Rodríguez, K. (2022). "Elaboración de placas de aislamiento térmico a partir de fibra de coco empleando ácido poliláctico (PLA) como aglutinante". [Artículo, Universidad de Costa Rica]. <https://doi.org/10.15517/isucr.v23i48.49852>
- Factorenergia. (2024). ¿Cuál es la temperatura ideal de casa? <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/temperatura-idealcasa/>
- Fresno, M. (2013, 15 de julio). Bloques de tierra alivianada con paja (BTA). <https://arquitectutecnica.com/2013/07/15/bloques-de-tierra-alivianada-con-paja-bta/>
- Fretel, O. (2022). "El Ichu (Stipa ichu) en la bioconstrucción y su influencia en el confort térmico de viviendas de Ayapiteg, Huánuco 2022" [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/e08b7906-9502-4dc5-9669-6e9ea2d303aa/content>
- Gandara, J. (2023). "Diseño de un prototipo de vivienda unifamiliar empleando la tierra como material predominante para el cantón de Salinas en

- Ecuador” [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de Catalunya].
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/422587>
- García, A. (2007). Los Agaves de México. Ciencia y Desarrollo.
<https://www.redalyc.org/pdf/644/64408704.pdf>
- García Villar, G., y Rolón, G. (2023). Revoques de tierra frente a la intemperie: Estrategias de mejora adherente mediante materiales naturales.
<https://www.redalyc.org/journal/6997/699777299008/html/>
- Gómez, R., y Soto, Y. (2022). “Propiedades físico-mecánicas del mortero con cáscara de huevo frente a uno convencional, en muros de albañilería, distrito de Pillco Marca – Huánuco 2022” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán].
<https://repositorio.unheval.edu.pe/item/4b1f9618-3df2-4a2d-ac15-2eb61c1b02cd>
- González, E., Calleja, C., Fernández, P., Marín, S., Rafecas, M., Rodríguez, D., y Talens, P. (2021). Informe sobre tiempo y temperatura en la conservación de alimentos. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN).
https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/TIEMPO-TEMPERATURA.pdf
- Grupo PCC. (2024). Resistencia térmica: un parámetro clave en el aislamiento de edificios. <https://www.products.pcc.eu/es/blog/resistencia-termica-un-parametro-clave-en-el-aislamiento-de-edificios/>
- Ige, O., y Danso, H. (2020). Physico-Mechanical and Thermal Gravimetric Analysis of Adobe Masonry Units Reinforced with Plantain Pseudo-Stem Fibres for Sustainable Construction. International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology.
<https://openresearch.lsbu.ac.uk/download/c10a11e1c1e85e2c8b4456f6fd6202dea398bc79a9ecfea5d990870db2397656/918244/Manuscript%20Adobe%20final.pdf>

- Instituto Nacional de Calidad. (2004). SIST EN 1015-18:2004 Métodos de ensayo de morteros para albañilería – Determinación de la densidad aparente del mortero endurecido. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/3768/4d82388a65b34021857da2ac07ad939e/SIST-EN-1015-18-2004.pdf>
- Instituto Nacional de Calidad. (2016). SIST EN 1015-12:2016 Métodos de ensayo de morteros para albañilería – Determinación de la conductividad térmica del estado endurecido (Hot Box). <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/58807/8f9300c18c094f50bc658b090e6d1889/SIST-EN-1015-12-2016.pdf>
- Liñán, A., de la Parra, S., Garza, M., García, R., Soto, E., y Cerino, F. (2014). Characterization and thermal analysis of agave bagasse and malt spent grain. <https://doi.org/10.1007/s10973-013-3321-y>
- López, C. (2017). Revestimientos en tierra en edificaciones patrimoniales en Colombia. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/8690873.pdf>
- López, X., Torbisco, D., Rodriguez, J., y Eyzaguirre, C. (2019). Benefits of Cabuya Fiber in the Mechanical Properties of Compacted Adobe. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0002931](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002931)
- Lozano, L., y Rojas, E. (2019). “Elaboración de paneles termoaislantes para cubierta a partir de Fibras de bagazo de la caña de azúcar” [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UGC. <https://repository.ugc.edu.co/handle/10596/23117>
- Maiztegui, B. (2020). Prototipos de viviendas en madera: soluciones prefabricadas como alternativa al déficit habitacional. <https://www.archdaily.pe/pe/938783/prototipos-de-viviendas-en-madera-soluciones-prefabricadas-como-alternativa-al-deficit-habitacional>
- Mamani, Y., y Remachi, Y. (2022). “Mejora de la eficiencia del muro trombe con cobertura de muros laterales con láminas EPS en viviendas de

adobe de la ciudad Puno 2022” [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13891>

Mayandi, K., Rajini, N., Manojprabhakar, M., Siengchin, S., y Ayrlmis, N. (2019). Recent studies on durability of natural/synthetic fiber reinforced hybrid polymer composites. Woodhead Publishing.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102290-0.00001-5>

Minke, G. (2009). Manual de construcción con tierra.
<https://reaxionatural.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/manual-de-construccion-con-tierra-gernot-minke.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). Norma Técnica EM.110: Requisitos de aislamiento térmico para edificaciones. En Reglamento Nacional de Edificaciones.
<https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/01/EM.110.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. (2017). Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. En Reglamento Nacional de Edificaciones. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/E_080.pdf

Moreno, I., Varela, J., Solís, R., y Sánchez, O. (2013). Efecto de las fibras poliméricas en la permeabilidad y características mecánicas del concreto con agregado calizo de alta absorción.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46730914004>

Mucha, A. (2022). Prensa de Concreto.
<https://www.linkedin.com/pulse/prensa-de-concreto-aldo-mucha/>

Norma Técnica Peruana. (1999). NTP 339.128: Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

<https://www.udocz.com/apuntes/26394/ntp-339-128-1999-suelos-metodo-de-ensayo-para-el-analisis-granulometrico>

Olivares, M., y García, F. (2011). Técnicas de construcción con tierra. https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/05/4a_PP-Tecnicas-de-construccion-con-tierra_2011.pdf

Ontiveros, E. (2001). Programa de normalización de estudios previos y control de calidad en las intervenciones: morteros empleados en construcciones históricas. Formulación y características (1ª parte). <https://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/1136>

Ordoñez, F., Jácome, F., Castro, P., y Naranjo-Mendoza, C. (2019). Sensitivity analysis of the variables affecting indoor thermal conditions on unconditioned dwellings in equatorial high-altitude regions from an experimentally validated model. *Procedia Engineering*, 240, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2019.04.148>

Ortiz, P., Gonzales, A., Montaña, V., Chica, A., y Álava, C. (2023). Eficiencia de sistemas de aislamiento térmico. *Iberoamericana Journal of Technology*. <https://tech.iberojournals.com/index.php/IBEROTECS/article/view/631>

Palomo, M. (2017). Aislantes térmicos: Criterios de selección por requisitos energéticos [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. https://oa.upm.es/47071/1/TFG_Palomo_Cano_Marta.pdf

Peña, O., y Roman, R. (2018). Diseño de un aislante térmico a base de fibras naturales para mitigar el impacto de las heladas en la comunidad de Cupisa [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625185>

Pérez González, D. I., Castro Olivares, J. E., Flores Méndez, J., Mendoza Quiñonez, J. A., Michua Camarillo, A., y Aparicio Razo, M. (2021).

Evaluación y comparación de resistencia a la tracción y flexión de quiote del maguey manso (*Agave salmiana*) contra bambú *Guadua*.
<https://www.redalyc.org/journal/404/40471798003/html/>

Pobell, F. (2007). Low-Temperature Thermometry. En F. Pobell (Ed.), *Matter and Methods at Low Temperatures*. https://doi.org/10.1007/978-3-540-46360-3_12

Portillo, G. (2014, 2 de noviembre). Higrómetro: qué es y para qué sirve. *Ecología Verde*. <https://www.ecologiaverde.com/higrometro-que-es-y-para-que-sirve-4856.html>

Ramírez, M., Caballero, M., Montes, J., y Silva, M. (2018). Conductividad térmica de un panel biocompuesto empleando fibra de bagazo de *Agave angustifolia* Haw y látex. http://rctveracruz.inifap.gob.mx/Media/Cartel/PDF/ARN_y_CC/ARNyC5.pdf

Resano, D., Rodriguez, R., y Guillen, O. (2021). Passive Comfort Strategies for Typical Peruvian MesoAndean Houses. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/943/1/012029>

Rhonatherm. (2018, 12 de junio). Resistencia térmica de los materiales de construcción. <https://www.saterhonatherm.com/blog/resistencia-termica/>

Salazar, M. (2023, 20 de mayo). Termohigrómetros: Una guía completa para elegir y utilizar el instrumento adecuado. Sodeintec SAS. <https://sodeintecsas.com/termohigrometros-una-guia-completa-para-elegir-y-utilizar-el-instrumento-adecuado/>

Slow Studio. (2024). La tierra en construcción. Slow Studio. <https://www.slowstudio.es/research/la-tierra-en-construccion>

- Smith, P. (2019). Disminución de la temperatura superficial en comunas pericentrales al sur de la ciudad de Santiago mediante la conversión de sitios eriazos en espacios verdes [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. Repositorio Académico UChile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/173635>
- Statista. (2025). Variación anual en la temperatura de la superficie terrestre y oceánica a nivel mundial entre 1880 y 2024. <https://es.statista.com/estadisticas/1269561/variacion-de-las-temperaturas-globales-y-oceanica-mundiales/>
- Trindade, G. (2024, 23 de julio). La falta de mano de obra lastra el crecimiento de la construcción. <https://www.lavanguardia.com/economia/20240723/9822127/falta-mano-obra-lastra-crecimiento-construccion.html>
- Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas” (UCA), Departamento de Mecánica Estructural. (s. f.). Análisis de tamaño de partículas por tamizado en agregado fino y grueso y determinación de material más fino que el tamiz No. 200 (75 μm) en agregado mineral por lavado. <https://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/GRANULOMETRIA.pdf>
- Viera, P., Morrillo, D., y Parion, J. (2021). Influence of natural and synthetic fibers on the permeability of cement mortars - sand, and, cement, lime and sand. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/624/6242851007/6242851007.pdf>
- Wieser, M., Onnis, S., y Meli, G. (2020). Desempeño térmico de cerramientos de tierra alivianada. Posibilidades de aplicación en el territorio peruano. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.22.1.2057>

Woodhouse, R., Williams, J., y Nobel, P. (1983). Simulation of plant temperature and water loss by the desert succulent, *Agave deserti*.
<https://doi.org/10.1007/BF00377170>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Silva Cloud, M. N. (2025). *Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú-2025*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco].

Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE PARA AISLAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DEL CC. PP NAUYAN RONDOS – HUÁNUCO, PERÚ-2025”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO	MÉTODO
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V.INDEPENDIENTE				
¿Cuál es el efecto de la aplicación de un mortero con fibras de agave sobre el aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú-2025?	Evaluar el efecto de la aplicación de un mortero con fibras de agave sobre el aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-	El uso del mortero con fibras de agave mejora significativamente el aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-	Mortero con fibras de agave.	-Conductividad térmica (W/m. K). -Resistencia térmica m ² ·K/W. -Proporción de fibras de Agave (g).	Granulometría	-Caja caliente (Hot box) y Termómetro. -Balanza digital, Tijeras y Recipientes. -Balanza digital y Recipientes. -Regla metálica.	Tipo de investigación: Del tipo aplicada. Enfoque: del tipo cuantitativo. Nivel: Explicativo. Diseño: del tipo experimental y de tipo

	Huánuco, Perú- 2025.	Huánuco, Perú- 2025.		-Proporción de tierra (Kg). -Espesor final.			Cuasiexperimen tos.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	V. DEPENDIENTE				
¿Cuál es la proporción óptima de fibras de agave en el mortero para maximizar su capacidad de aislamiento térmico?	Determinar la proporción óptima de fibras de agave en el mortero para maximizar su capacidad de aislamiento térmico.	Existe una proporción óptima de fibras de agave que maximizará la capacidad de aislamiento térmico del mortero.	Aislante térmico	--Nivel de confort percibido por los habitantes. -Reducción de la temperatura ambiente en comparación con viviendas sin aislamiento (°C).	Monitoreo de las temperaturas.	-Termómetro. -Fichas. -Datos recogidos de las fichas de campo.	Población: La población para este estudio está compuesta por las viviendas. Muestra: Será de tipo no probabilística y la muestra que se seleccionará se basará en la tipología de las viviendas.
¿Qué efecto tiene la técnica de revestimiento de adobe utilizada en	Evaluar el efecto de la técnica de revestimiento de adobe utilizada	La técnica de revestimiento de barro maximizará la					

la durabilidad del mortero de tierra con fibras de agave y en la protección del muro de adobe frente a la humedad y la erosión, considerando los criterios de la Norma E.080 sobre mantenimiento y protección de edificaciones de tierra?	en la durabilidad del mortero de tierra con fibras de agave y en la protección del muro de adobe frente a la humedad y la erosión, considerando los criterios de la Norma E.080 sobre mantenimiento y protección de edificaciones de tierra.	durabilidad del mortero de tierra con fibras de agave y la protección del muro de adobe contra la humedad y la erosión, cumpliendo con los criterios de la Norma E0.80 sobre mantenimiento y protección de edificaciones de tierra.
---	--	---

¿Cuál es la variación térmica en el interior de la vivienda antes y después de	Medir y comparar la variación térmica en el interior de la	La aplicación del mortero con fibras de Agave aumentará la resistencia
--	--	--

aplicar el mortero con fibras de agave?	vivienda antes y después de aplicar el mortero con fibras de agave.	térmica en los muros de adobe, mejorando el confort térmico en el interior de la vivienda.
---	---	---

ANEXO 2

INSTRUMENTO DE APLICACIÓN DEL ESTUDIO

FICHA DE EVALUACIÓN - NORMA E.080 (Adobe) <i>Selección de viviendas para muestra - Nayén Rondos (Huánuco)</i>			
VIVIENDA 1			
Datos de identificación			
Proyecto:	"Materia con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del C.C. PP. Nayén Rondos-Huánuco, Perú-2025"		
Vivienda:	VIVIENDA 1 Comunidad campesina de Nayén Rondos		
Localidad:	Nayén Rondos / Huánuco / Huánuco / Huánuco		
Testa:	Bach. Mayeli Nicole Silva David		
Fecha:	5/07/2025		

Criterio E.080	Exigencia	Observado (mejor evidencia disponible)	Cumple	Observaciones
Ubicación (E.080)	Excluir zonas de alto riesgo: inundaciones, avalanchas, aluviones/huaycos o suelos con inestabilidad geológica.	Mapa de peligros: nivel ALTO (Nayén Rondos)	No	
Número de pisos (E.080 - zona sísmica 3)	Solo 1 piso.	1 piso	Si	
Tipo de suelo (E.080)	No admitir suelos granulares sueltos, cohesivos blandos ni arcillas expansivas.	Clasificación: EI	No	
Espesor mínimo de muros	≥ 0.40 m.	0.42 m	Si	
Sobrecimiento	Altura ≥ 0.30 m y ancho ≥ 0.40 m.	Altura 0.25 m, Ancho: 0.30 m	No	
Resultado global (3 de 5 'Si'):				NO APTA

Notas normativas (NTE E.080): Art. 2.3 (1 piso en zona sísmica 3), Art. 2.4 (exclusiones por peligros y suelos), Art. B.1.b (cimiento ≥ 0.60 m profundidad y ≥ 0.40 m ancho), Art. B.1.d (sobrecimiento sobresalga ≥ 0.20 m), Tabla 4 (espesores por esbeltez $\lambda = H/U$). Criterio adoptado para uniformidad: sobrecimiento con ancho ≥ 0.40 m.


ESMA GARCIA MARTINEZ KORNELIS
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 56608


Ing. Chirly F. Rodríguez Ponci
 CIP: 226246


Ronald G. Mayas Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 15634

FICHA DE EVALUACIÓN - NORMA E.080 (Adobe)
Selección de viviendas para muestra - Nayán Rondos (Huánuco)

VIVIENDA 2

Datos de identificación

Proyecto:	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del Cj. PP. Nayán Rondos-Huánuco, Perú-2025"		
Vivienda:	VIVIENDA 2- Comunidad campesina de Nayán Rondos		
Localidad:	Nayán Rondos / Huánuco / Huánuco		
Testista:	Bach. Mayeli Nicolsa Silva Cloud		
Fecha:	5/07/2025		

criterio E.080	Exigencia	Observado (mejor evidencia disponible)	Cumple	Observaciones
Ubicación (E.080)	Excluir zonas de alto riesgo: inundaciones, avalanchas, aluviones/huaycos o suelos con inestabilidad geológica.	Mapa de peligros: nivel ALU (Nayán Rondos)	No	
Número de pisos (E.080 - zona sísmica 3)	Solo 1 piso.	2 piso	No	
Tipo de suelo (E.080)	No admitir suelos granulares sueltos, cohesionados blandos ni arcillas expansivas.	Clasificación Cl	No	
Espesor mínimo de muros	≥ 0.40 m.	0.40 m	Si	
Sobrecimiento	Altura ≥ 0.30 m y ancho ≥ 0.40 m.	Altura: 0.27 m. Ancho: 0.30 m	No	

Resultado global (3 de 5 "SI"):

NO APTA

Notas normativas (NTE E.080): Art. 2.3 (1 piso en zona sísmica 3), Art. 2.4 (exclusiones por peligros y suelos), Art. 6.1.b (cimiento ≥ 0.60 m profundidad y ≥ 0.40 m ancho), Art. 6.1.d (sobrecimiento sobresalga ≥ 0.20 m). Tabla 4 (espasos por esbeltez $\lambda = H/d$). Criterio adaptado para uniformidad: sobrecimiento con ancho ≥ 0.40 m.


CESAR GASTON BARRIOS BARRIOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 56608


Ing. Charly F. Rodríguez Ponca
 CIP: 226248


RONALD G. MAYRA AQUINO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 156354

FICHA DE EVALUACIÓN - NORMA E.080 (Adobe)
Selección de viviendas para muestra - Nayán Rondos (Huánuco)

VIVIENDA 3

Datos de identificación

Proyecto:	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP. Nayán Rondos-Huánuco, Perú-2025"
Vivienda:	VIVIENDA 3- Comunidad campesina de Nayán Rondos
Localidad:	Nayán Rondos / Huánuco / Huánuco
Resista:	Bach. Mayeli Nicole Silva Ciudad
Fecha:	5/07/2025

Criterio E.080	Exigencia	Observado (mejor evidencia disponible)	Cumple	Observaciones
Ubicación (E.080)	Excluir zonas de alto riesgo: inundaciones, avalanchas, aluviones/huaycos o suelos con inestabilidad geotécnica.	Mapa de peligros: nivel ALTO (Nayán Rondos)	No	
Número de pisos (E.080 - zona sísmica 3)	Solo 1 piso.	1 piso	Si	
Tipo de suelo (E.080)	No admitir suelos granulares sueltos, cohesivos blandos ni arcillas expansivas.	Clasificación: C1	No	
Espesor mínimo de muros	≥ 0.40 m.	0.35 m	No	
Sobrecimiento	Altura ≥ 0.30 m y ancho ≥ 0.40 m.	Altura: 0.30 m; Ancho: 0.38 m	No	
Resultado global (≥ 3 de 5 "Si"):				NO APTA

Notas normativas (NTE E.080): Art. 2.3 (l piso en zona sísmica 3), Art. 2.4 (exclusiones por peligros y suelos), Art. 6.1.b (cimiento ≥ 0.60 m profundidad y ≥ 0.40 m ancho), Art. 6.1.d (sobrecimiento sobresalga ≥ 0.20 m), Tabla 4 (espesores por espesor $\lambda = H/0$). Criterio adoptado para uniformidad: sobrecimiento con ancho ≥ 0.40 m.


GERMÁN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 55906


Ing. Charly F. Rodríguez Páez
 CIP: 276746


Ronald G. Mayra Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 156364

FICHA DE EVALUACIÓN - NORMA E.080 (Adobe)			
Selección de viviendas para muestra - Nayán Rondos (Huánuco)			
VIVIENDA 4			
Datos de identificación			
Proyecto:	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP. Nayán Rondos-Huánuco, Perú-2025"		
Vivienda:	VIVIENDA 4- Comunidad campesina de Nayán Rondos		
Localidad:	Nayán Rondos / Huánuco / Huánuco		
Testista:	Baez, Mayeli Nicole Silva Choud		
Fecha:	5/07/2025		

Criterio E.080	Exigencia	Observado (mejor evidencia disponible)	Cumple	Observaciones
Ubicación (E.080)	Excluir zonas de alto riesgo: inundaciones, avalanchas, aluviones/huercos o suelos con inestabilidad geológica.	Mapa de peligros: nivel ALTO (Nayán Rondos)	No	
Número de pisos (E.080 - zona sísmica 3)	Solo 1 piso.	1 piso	Si	
Tipo de suelo (E.080)	No admitir suelos granulares sueltos, cohesivos blandos ni arcillas expansivos.	Clasificación B;	Si	
Espesor mínimo de muros	≥ 0.40 m.	0.40 m	Si	
Sobrecimiento	Altura ≥ 0.30 m y ancho ≥ 0.40 m.	Altura: 0.34 m. Ancho: 0.42 m	Si	
Resultado global (>3 de 5 SI):				APTA

Notas normativas (NTE E.080): Art. 2.3 (1 piso en zona sísmica 3), Art. 2.4 (exclusiones por peligros y suelos), Art. 6.1.b (cimientos ≥ 0.60 m profundidad y ≥ 0.40 m ancho), Art. 6.1.d (sobrecimiento sobresalga ≥ 0.20 m), Tabla 4 (espesores por espesor $\lambda = H/4$). Criterio adoptado para uniformidad: sobrecimiento con ancho ≥ 0.40 m.


GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 55508


Ing. Charly F. Rodríguez Ponca
 CIP: 226246


Ronald G. Mayr Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 136334

FICHA DE EVALUACIÓN - NORMA E. 080 (Adobe)			
Selección de viviendas para muestra - Nayán Rondos (Huánuco)			
VIVIENDA 5			
Datos de identificación			
Proyecto:	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nayán Rondos-Huánuco, Perú-2025"		
Vivienda:	VIVIENDA 5- Comunidad campesina de Nayán Rondos		
Localidad:	Nayán Rondos / Huánuco / Huánuco		
Testista:	Bach. Mayeli Nicole Silva Cloud		
Fecha:	5/07/2025		

Criterio E. 080	Exigencia	Observado (mejor evidencia disponible)	Cumple	Observaciones
Ubicación (E. 080)	Excluir zonas de alto riesgo: inundaciones, avalanchas, aluviones/huaycos o suelos con inestabilidad geológica.	Mapa de peligros: nivel ALTO (Nayán Rondos)	No	
Número de pisos (E. 080 - zona sísmica 3)	Solo 1 piso.	1 piso	Si	
Tipo de suelo (E. 080)	No admitir suelos granulares sueltos, cohesivos blandos ni arcillas expansivas.	Clasificación: BC	Si	
Espesor mínimo de muros	≥ 0.40 m.	0.40 m	Si	
Sobrecimiento	Alura ≥ 0.30 m y ancho ≥ 0.40 m.	Alura: 0.30 m, Ancho: 0.40 m	Si	
Resultado global (≥ 3 de 5 "SI"):				APTA

Notas normativas (NIE E. 080): Art. 2.3 (1 piso en zona sísmica 3), Art. 2.4 (exclusiones por peligros y suelos), Art. 6.1b (cimiento ≥ 0.60 m profundidad y ≥ 0.40 m ancho), Art. 6.1d (sobrecimiento sobrasaigo ≥ 0.20 m), Tabla 4 (espesores por esbeltez $\lambda = H/D$). Criterio adoptado para uniformidad: sobrecimiento con ancho ≥ 0.40 m.


GERMÁN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 55608


Ing. Cheryl F. Rodríguez Ponce
 CIP: 226246

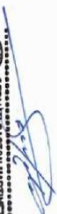

Ronald G. Mayra Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 15634

FICHA DE EVALUACIÓN - NORMA E.080 (Adobe)
Selección de viviendas para muestra - Nayán Rondos (Huánuco)

VIVIENDA 6			
Datos de identificación			
Proyecto:	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP. Nayán Rondos-Huánuco, Perú-2025"		
Vivienda:	VIVIENDA 6- Comunidad campesina de Nayán Rondos		
Localidad:	Nayán Rondos / Huánuco / Huánuco		
Testista:	Bach. Meyeli Nicole Silva Cloud		
Fecha:	5/07/2025		

Criterio E.080	Exigencia	Observado (mejor evidencia disponible)	Cumple	Observaciones
Ubicación (E.080)	Excluir zonas de alto riesgo: inundaciones, avalanchas, aluviones/huaycos o suelos con inestabilidad geológica.	Mapa de peligros: nivel ALTO (Nayán Rondos)	No	
Número de pisos (E.080 - zona sísmica 3)	Solo 1 piso.	1 piso	Si	
Tipo de suelo (E.080)	No admitir suelos granulares sueltos, cohesivos blandos ni arcillas expansivas.	Clasificación: CL	No	
Espesor mínimo de muros	≥ 0.40 m.	0.38	No	
Sobrecimiento	Altura ≥ 0.30 m y ancho ≥ 0.40 m.	Altura: 0.25 m. Ancho: 0.34 m	No	
Resultado global (>3 de 5 "SI"):				NO APTA

Notas normativas (NTE E.080): Art. 2.3 (1 piso en zona sísmica 3), Art. 2.4 (exclusiones por peligros y suelos), Art. 6.1.b (cimiento ≥ 0.60 m profundidad y ≥ 0.40 m ancho), Art. 6.1.d (sobrecimiento sobresalga ≥ 0.20 m), Tabla 4 (espesores por esbeltez $\lambda = H/d$). Criterio adaptado para uniformidad: sobrecimiento con ancho ≥ 0.40 m.


CECILIACION URTEAGA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 56698


Ing. Charly F. Rodríguez Ponce
 CIP: 226246


Ronald G. Mayra Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 15034

FICHA DE EVALUACIÓN - NORMA E.080 (Adobe)
Selección de viviendas para muestra - Nayán Rondos (Huánuco)

VMENDA 7

Datos de identificación

Proyecto:	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP. Nayán Rondos-Huánuco, Perú-2025"		
Vivienda:	VMENDA 7- Comunidad campesina de Nayán Rondos		
Localidad:	Nayán Rondos / Huánuco / Huánuco / Huánuco		
Asesor:	Bach. Mayeli Nicole Silva Cloud		
Fecha:	5/07/2025		

Criterio E.080	Exigencia	Observado (mejor evidencia disponible)	Cumple	Observaciones
Ubicación (E.080)	Excluir zonas de alto riesgo: inundaciones, avalanchas, aluviones/huaycos o suelos con inestabilidad geológica.	Mapa de peligros: nivel ALTO (Nayán Rondos)	No	
Número de pisos (E.080 - zona sísmica 3)	Solo 1 piso.	1 piso	Si	
Tipo de suelo (E.080)	No admitir suelos granulares sueltos, cohesivos blandos ni arcillas expansivas.	Clasificación: GC	Si	
Espesor mínimo de muros	≥ 0.40 m.	0.44 m	Si	
Sobrecimiento	Altura ≥ 0.30 m y ancho ≥ 0.40 m.	Altura: 0.30 m. Ancho: 0.40 m	Si	
Resultado global (3 de 5 SI):			APTIA	

Notas normativas (NTE E.080): Art. 2.3 (1 piso en zona sísmica 3). Art. 2.4 (exclusiones por peligros y suelos). Art. 6.1.b (cimiento ≥ 0.60 m profundidad y ≥ 0.40 m ancho). Art. 6.1.d (sobrecimiento sobresalga ≥ 0.20 m). Tabla 4 (espasores por estabilidad $\lambda = H/V$). Criterio adaptado para uniformidad: sobrecimiento con ancho ≥ 0.40 m.


GERMÁN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 56606


Ing. Charly F. Rodríguez Ponca
 CIP: 226246


Ronald G. Mags Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 15654

FICHA DE EVALUACIÓN - NORMA E.080 (Adobe)			
Selección de viviendas para muestra - Nayán Rondos (Huánuco)			
VIVIENDA 8			
Datos de identificación			
Proyecto:	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nayán Rondos-Huánuco, Perú-2025"		
Vivienda:	VIVIENDA 8- Comunidad campesina de Nayán Rondos		
Localidad:	Nayán Rondos / Huánuco / Huánuco		
Visitante:	Bach. Mayeli Nicole Silva Claudi		
Fecha:	5/07/2025		

Criterio E.080	Exigencia	Observado (mejor evidencia disponible)	Cumple	Observaciones
Ubicación (E.080)	Excluir zonas de alto riesgo: inundaciones, avalanchas, aluviones/huaycos o suelos con inestabilidad geológica.	Mapa de peligros: nivel ALTO (Nayán Rondos)	No	
Número de pisos (E.080 - zona sísmica 3)	Solo 1 piso.	1 piso	Si	
Tipo de suelo (E.080)	No edificar suelos granulares sueltos, cohesivos blandos ni arcillas expansivas.	Clasificación: CL	No	
Espesor mínimo de muros	≥ 0.40 m.	0.4	Si	
Sobrecimiento	Altura ≥ 0.30 m y ancho ≥ 0.40 m.	Altura: 0.31 m Ancho: 0.34 m	No	
Resultado global (3 de 5 SI):				NO APTA

Notas normativas (NTE E.080): Art. 2.3 (1 piso en zona sísmica 3), Art. 2.4 (exclusiones por peligros y suelos), Art. 6.1.b (cimiento ≥ 0.60 m profundidad y ≥ 0.40 m ancho), Art. 6.1.d (sobrecimiento sobresalga ≥ 0.20 m). Tabla 4 (espesores por espesor $\lambda = H/2$). Criterio adaptado para uniformidad: sobrecimiento con ancho ≥ 0.40 m.

ONOTEC
 ORGANISMO NACIONAL
 DE NORMAS TÉCNICAS
 CIP N° 56608

Ing. Cherry F. Rodríguez Ponce
 CIP: 226246

Ronald G. Reyes Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 196364

FICHA DE EVALUACIÓN – NORMA E.080 (Adobe)
Selección de viviendas para muestra – Nayán Rondos (Huánuco)

VMENOA 9			
Datos de identificación			
Proyecto:	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del C.C. PP Nayán Rondos-Huánuco, Perú-2025"		
Vivienda:	VMENOA 9- Comunidad campesina de Nayán Rondos		
Localidad:	Nayán Rondos / Huánuco / Huánuco		
Testista:	Bach. Mayeli Nicole Silva Cloud		
Fecha:	5/07/2025		

criterio E.080	Exigencia	Observado (mejor evidencia disponible)	Cumple	Observaciones
Ubicación (E.080)	Excluir zonas de alto riesgo: inundaciones, avalanchas, aluviones/huaycos o suelos con inestabilidad geotécnica.	Mapa de peligros: nivel ALTO (Nayán Rondos)	No	
Número de pisos (E.080 – zona sísmica 3)	Solo 1 piso.	1 piso	Si	
Tipo de suelo (E.080)	No admitir suelos granulares sueltos, cohesivos blandos ni arcillas expansivas.	Clasificación: SC	Si	
Espesor mínimo de muros	≥ 0.40 m.	0.40 m	Si	
Sobrecimiento	Altura ≥ 0.30 m y ancho ≥ 0.40 m.	Altura: 0.30 m; Ancho: 0.40 m	Si	
Resultado global (3 de 5 "Si"):				APTA

Notas normativas (NTE E.080): Art. 2.3 (1 piso en zona sísmica 3); Art. 2.4 (exclusiones por peligros y suelos); Art. 6.1b (cimentar ≥ 0.50 m profundidad y ≥ 0.40 m ancho); Art. 6.1d (sobrecimiento sobreesalga ≥ 0.20 m); Tabla 4 (espesores por esbeltez $\lambda = H/V$). Criterio adoptado para uniformidad: sobrecimiento con ancho ≥ 0.40 m.


COLEGIO GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 56906


Ing. Charly F. Rodríguez Ponca
 CIP: 776746


Ronald G. Mayra Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 15634

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nauyan Rondos, 13 de julio de 2025

Yo, **MAYELI NICOLE SILVA CLOUD**, identificada con DNI N.º 74993196, bachiller en Ingeniería Civil por la Universidad de Huánuco, me dirijo a usted con el debido respeto.

Por medio del presente documento, le extiendo una cordial invitación para participar voluntariamente en mi proyecto de tesis, el cual busca un beneficio directo para las viviendas de nuestra comunidad.

I. INFORMACIÓN SOBRE EL PROYECTO

Este estudio se titula **"MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE PARA AISLAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DEL CC. PP. NAUYAN RONDOS – HUÁNUCO, PERÚ-2025"**. Cuyo objetivo comprende el desarrollo de una solución constructiva con materiales locales que ayude a que las viviendas de nuestra comunidad sean más cálidas y confortables frente a las bajas temperaturas.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

Para cumplir con el objetivo mencionado, solicito su autorización para realizar las siguientes actividades en su vivienda:

- 1. APLICACIÓN DE REVOQUE (TARRAJEO) DE PRUEBA:** Previo acuerdo con usted sobre la ubicación exacta, se aplicará un revoque de prueba en un área delimitada de uno de sus muros.
 - **Composición del material:** Aclaro que el mortero está hecho a base de tierra y fibras vegetales de agave. Es un material natural, no contiene químicos, no es tóxico ni representa perjuicio alguno para la salud de su familia ni para la estructura de su vivienda.
- 2. MEDICIÓN DE TEMPERATURA:** Unas semanas después de la aplicación, con su permiso, se instalará temporalmente un pequeño termómetro digital en la habitación para registrar la temperatura interior durante un periodo de 24 horas y así verificar la mejora del aislamiento.
- 3. REGISTRO FOTOGRÁFICO:** Se realizarán fotografías del muro seleccionado (antes, durante y después de la aplicación del revoque). Estas imágenes serán utilizadas única y exclusivamente con fines

académicos para la documentación y sustento de la tesis, garantizando siempre su privacidad.

III. CONDICIONES DE LA PARTICIPACIÓN

Es mi deber informarle que su participación es completamente voluntaria y tiene el derecho a retirar su consentimiento en cualquier momento. Asimismo, este trabajo no tendrá **NINGÚN COSTO** para usted ni su familia. No se han identificado riesgos para su seguridad o su propiedad; por el contrario, el principal beneficio es que el revoque aplicado quedará como una mejora permanente y gratuita en su vivienda.

Agradeciendo de antemano su valioso apoyo a esta investigación que busca el bien de nuestra comunidad.

CONFORMIDAD DEL PROPIETARIO/A

Yo, Jhulino Sánchez Hidalgo, identificado con DNI N° 48007541 domiciliado en: Comunidad Campesina Nauyan Pando declaro en conformidad haber leído y entendido el contenido de la carta de consentimiento informado, y otorgo mi permiso de manera voluntaria para la realización de las actividades descritas en mi vivienda.



Jhulino Sánchez Hidalgo
DNI: 48007541

académicos para la documentación y sustento de la tesis, garantizando siempre su privacidad.

III. CONDICIONES DE LA PARTICIPACIÓN

Es mi deber informarle que su participación es completamente voluntaria y tiene el derecho a retirar su consentimiento en cualquier momento. Asimismo, este trabajo no tendrá **NINGÚN COSTO** para usted ni su familia. No se han identificado riesgos para su seguridad o su propiedad; por el contrario, el principal beneficio es que el revoque aplicado quedará como una mejora permanente y gratuita en su vivienda.

Agradeciendo de antemano su valioso apoyo a esta investigación que busca el bien de nuestra comunidad.

CONFORMIDAD DEL PROPIETARIO/A

Yo, Yecenia Sánchez Hidalgo, identificado con
DNI N° 61020092 domiciliado en:
declaro en conformidad haber leído y entendido el contenido de la carta de
consentimiento informado, y otorgo mi permiso de manera voluntaria para la
realización de las actividades descritas en mi vivienda.



Yecenia Sánchez Hidalgo
DNI: 61020092

académicos para la documentación y sustento de la tesis, garantizando siempre su privacidad.

III. CONDICIONES DE LA PARTICIPACIÓN

Es mi deber informarle que su participación es completamente voluntaria y tiene el derecho a retirar su consentimiento en cualquier momento. Asimismo, este trabajo no tendrá **NINGÚN COSTO** para usted ni su familia. No se han identificado riesgos para su seguridad o su propiedad; por el contrario, el principal beneficio es que el revoque aplicado quedará como una mejora permanente y gratuita en su vivienda.

Agradeciendo de antemano su valioso apoyo a esta investigación que busca el bien de nuestra comunidad.

CONFORMIDAD DEL PROPIETARIO/A

Yo, Nemecia Hidalgo Pérez, identificado con DNI N° 41583855 domiciliado en: Comunidad Campesina Naoyan Rondon declaro en conformidad haber leído y entendido el contenido de la carta de consentimiento informado, y otorgo mi permiso de manera voluntaria para la realización de las actividades descritas en mi vivienda.



Nemecia Hidalgo Pérez
DNI : 41583855



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 FACULTAD DE INGENIERÍA – P.A. INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO : "Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nayyan Rondos-Huánuco, Perú-2025"

UBICACIÓN : NAUYAN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUANUCO

SOLICITA : BACH. MAYELI NICOLE SILVA CLOUD

CALICATA : C-I

FECHA : 12/07/2025

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

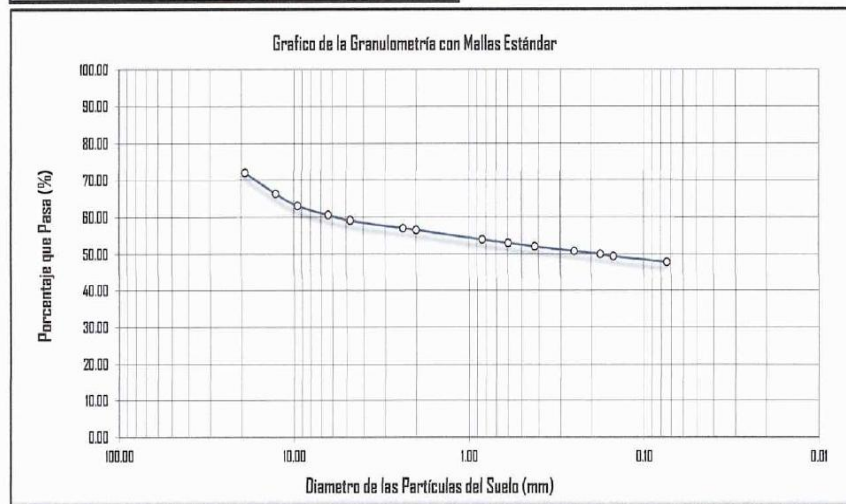
TAMIZ	Tamiz	Peso	Pasante	Retenido	Retenido	Sin tara			
Nº	(mm)	Retenido	(%)	acumulado	(% parcial (%))				
2 1/2"	63.50	0.00	100.00	0.00	0.00	Peso de la muestra Húmeda + tara	3709.20 gr	3563.10 gr	
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00	Peso de la muestra Seca + tara	3709.20 gr	3563.10 gr	
1 1/2"	38.10	226.70	93.63	6.37	6.37	Peso de la muestra Seca Lavada + tara	2004.70 gr	1858.60 gr	
1"	25.40	554.10	78.05	21.95	15.58	Peso de la Tara	146.10 gr		
3/4"	19.05	213.10	72.06	27.94	5.99	% de Pérdida	0.17%		
1/2"	12.70	203.30	66.34	33.66	5.72	LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO			
3/8"	9.53	117.50	63.04	36.96	3.30	Límite líquido LL	30.03 %	Cantidad de Grava	40.81%
1/4"	6.35	87.60	60.57	38.43	2.46	Límite plástico LP	15.75%	Cantidad de Arena	11.30%
No 4	4.75	49.10	59.19	40.81	1.38	Ind. de Plasticidad IP	14.24 %	Cant. de Limo-Arcilla	47.89%
No 8	2.38	73.40	57.13	42.87	2.06	Material granular equivalente a:			52.11%
No 10	2.00	17.00	56.65	43.35	0.48				
No 20	0.841	92.40	54.05	45.95	2.60				
No 30	0.595	34.50	53.08	46.92	0.97				
No 40	0.420	32.60	52.17	47.83	0.92				
No 60	0.250	45.30	50.89	49.11	1.27				
No 80	0.177	29.00	50.08	49.92	0.82				
No 100	0.149	21.60	49.47	50.53	0.61				
No 200	0.074	56.10	47.89	52.11	1.58				
CAZOLETA	0.00	2.1	47.83	52.17	0.06				
Arc. Lavada	0.00	1701.3	0.00	100.00	47.83				
TOTAL		3556.71							

Pasa tamiz Nº 4 :	59.19 %
Pasa tamiz Nº 200:	47.89 %
D60(diámetro efectivo):	6.243 mm
D30(diámetro efectivo):	0.000 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.000 mm
Coef. de uniformidad (Cu):	0.00
Grado de curvatura (Cc):	0.00

OBSERVACIONES:

NINGUNA

NINGUNA



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 BACH. JIMENA K. JARA GARCÍA
 (*) LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú
 G-mail: lab.suelos.hco@udh.edu.pe
 Celular: 952 076 080

GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 56608

PROYECTO : "Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú- 2025"
 UBICACIÓN : NAUYAN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUANUCO
 SOLICITA : BACH. MAYELI NICOLE SILVA CLOUD
 CALICATA : C-I
 FECHA : 12/07/2025

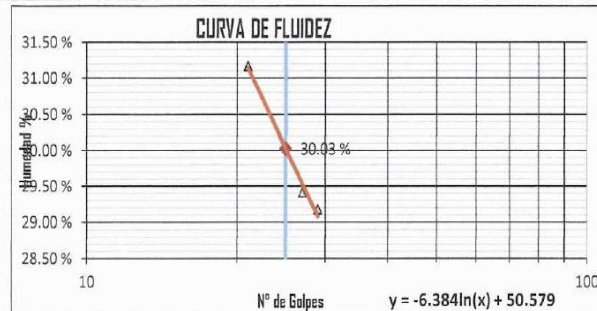
LÍMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	29	27	21	
S. Humedo + Tarro	37.80	35.10	36.40	
S. seco + Tarro	35.60	33.10	34.00	
Peso de Tarro	28.06	26.30	26.30	
Peso del Agua	2.20	2.00	2.40	
Peso de Suelo Seco	7.54	6.80	7.70	
HUMEDAD %	29.18 %	29.41 %	31.17 %	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

Nº DE MUESTRA	01	02		
S. Humedo + Tarro	32.80	35.30		
S. seco + Tarro	31.90	34.40		
Peso de Tarro	26.20	28.70		
Peso del Agua	0.90	0.90		
Peso de Suelo Seco	5.70	5.70		
HUMEDAD %	15.79%	15.79%		



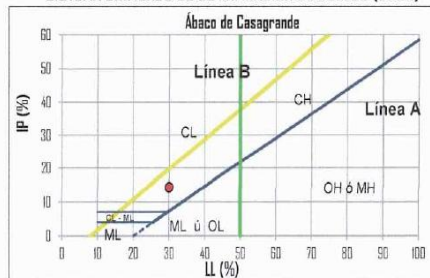
Fórmula->

LÍMITE LÍQUIDO (LL): 30.03 %

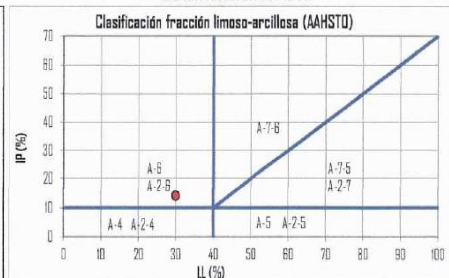
LÍMITE PLÁSTICO (LP): 15.79%

ÍNDICE PLÁSTICO (IP): 14.24 %

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Grava arcillosa GC

Clasificación de suelos: AASHTO

A-6 Suelo arcilloso

Valor del índice de grupo:

3

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

BACH. JIMENA K. JARA GARCÍA
(e) LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú
G-mail: lab.suelos.hco@udh.edu.pe
Celular: 952 076 080

GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 56608



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA - P.A. INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO : "Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú-2025"

UBICACIÓN : NAUYAN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. MAYELI NICOLE SILVA CLOUD

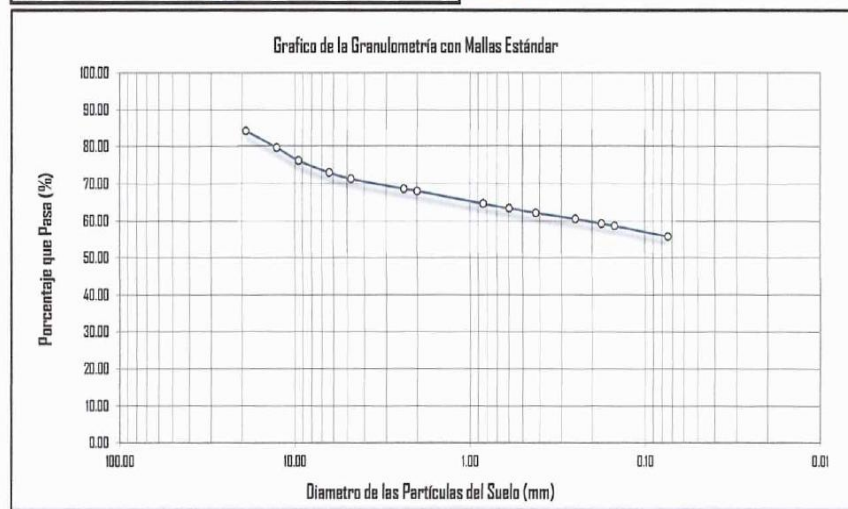
CALICATA : C-2

FECHA : 12/07/2025

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ	Tamiz	Peso	Pasante	Retenido	Retenido	Sin tara			
Nº	(mm)	Retenido	(%)	sumulado (% parcial %)					
2 1/2"	63.50	0.00	100.00	0.00	0.00	Peso de la muestra Húmeda + tara	2495.70 gr	2349.20 gr	
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00	Peso de la muestra Seca + tara	2495.70 gr	2349.20 gr	
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00	Peso de la muestra Seca Lavada + tara	1188.50 gr	1042.00 gr	
1"	25.40	255.90	89.08	10.92	10.92	Peso de la Tara	146.50 gr		
3/4"	19.05	114.10	84.22	15.78	4.87	% de Pérdida	0.20%		
1/2"	12.70	107.00	79.65	20.35	4.56	LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO			
3/8"	9.53	80.00	76.24	23.76	3.41	Limite líquido LL	32.00 %	Cantidad de Grava	28.58%
1/4"	6.35	74.30	73.07	26.93	3.17	Limite plástico LP	15.68%	Cantidad de Arena	15.67%
No 4	4.76	38.70	71.42	28.58	1.65	Ind. de Plasticidad IP	16.31 %	Cant. de Limo-Arcilla	55.75%
No 8	2.38	64.10	68.68	31.32	2.73	Material granular equivalente a:		44.25%	
No 10	2.00	13.90	68.09	31.91	0.59				
No 20	0.841	78.60	64.74	35.26	3.35				
No 30	0.595	28.80	63.51	36.49	1.23				
No 40	0.420	29.40	62.26	37.74	1.25				
No 60	0.250	38.70	60.60	39.40	1.65				
No 80	0.177	30.40	59.31	40.69	1.30				
No 100	0.149	14.00	58.71	41.29	0.60				
No 200	0.074	69.40	55.75	44.25	2.96				
CAZOLETA	0.00	2.6	55.64	44.36	0.11				
Arc. Lavada	0.00	1304.3	0.00	100.00	55.64				
TOTAL		2344.17							

Pasa tamiz Nº 4 :	71.42 %
Pasa tamiz Nº 200:	55.75 %
D60(díámetro efectivo):	0.263 mm
D30(díámetro efectivo):	0.000 mm
D10 (díámetro efectivo):	0.000 mm
Coef. de uniformidad (Cu):	0.00
Grado de curvatura (Cc):	0.00
OBSERVACIONES:	
NINGUNA	



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

BACH. JIMENA R. JARA GARCIA
(a) LABORATORIO DE MECANICAS DE SUELOS

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú

G-mail: lab.suelos.hco@udh.edu.pe

Celular: 952 076 080

GERMAN GASTON MARTINEZ MORALES
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 56608

PROYECTO : "Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nayyan Rondos-Huánuco, Perú-2025"
 UBICACIÓN : NAYYAN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO
 SOLICITA : BACH. MAYELI NICOLE SILVA CLOUD
 CALICATA : C-2
 FECHA : 12/07/2025

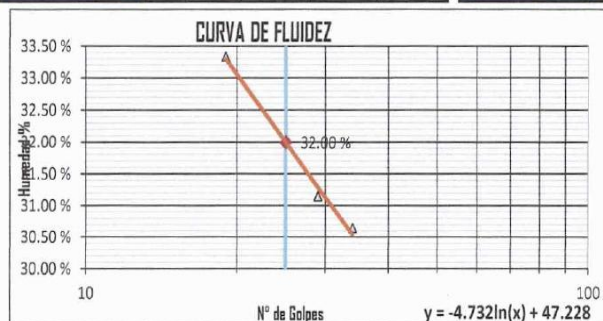
LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	34	29	19
S. Humedo + Tarro	34.80	35.60	33.50
S. seco + Tarro	32.90	33.70	31.40
Peso de Tarro	26.70	27.60	25.10
Peso del Agua	1.90	1.90	2.10
Peso de Suelo Seco	6.20	6.10	6.30
HUMEDAD %	30.65 %	31.15 %	33.33 %

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

Nº DE MUESTRA	01	02
S. Humedo + Tarro	35.50	32.10
S. seco + Tarro	34.60	31.20
Peso de Tarro	28.10	25.20
Peso del Agua	0.90	0.90
Peso de Suelo Seco	5.50	6.00
HUMEDAD %	16.36%	15.00%



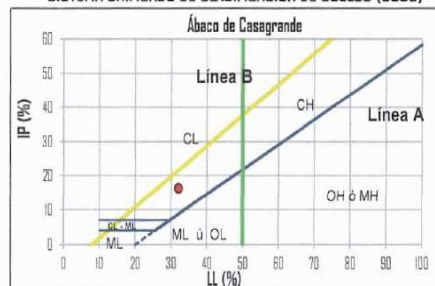
Fórmula->

LÍMITE LÍQUIDO (LL): 32.00 %

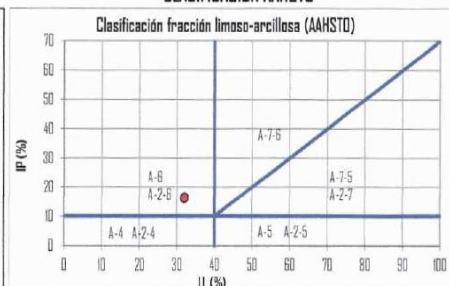
LÍMITE PLÁSTICO (LP): 15.66%

ÍNDICE PLÁSTICO (IP): 16.31 %

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

Arcilla media plasticidad gravosa CL

Clasificación de suelos: AASHTO

A-6 Suelo arcilloso

Valor del índice de grupo:

2

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 BACH. JIMENA K. JARA GARCÍA
 (a) LABORATORIO DE MECANICAS DE SUELOS

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú
 G-mail: lab.suelos.hco@udh.edu.pe
 Celular: 952 076 080

GERMAN GASTON MARTINEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 56608

FICHA DE EVALUACIÓN DE TEMPERATURA					
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha:	13/09/2025				
Lugar:	Centro Poblado de Nawayan Konds				
Coordenadas:	361457.28 E - 8907064.80 N Vivienda 1				
Elemento Monitoreado	☐ Módulo A (patrón)	☐ Módulo B (fibras de agave)	☒ Vivienda real		
CONDICIONES AMBIENTALES					
Clima general:	☐ Soleado	☐ Nublado	☐ Lluvioso	☒ Otro	
REGISTRO DE TEMPERATURAS					
Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	11.0	10.4	0.6	11.3	10.6
08:00 a.m.	13.7	12.5	1.2	14	13.3
11:00 a.m.	16.7	14.3	2.4	17.2	15.6
14:00 p.m.	21.2	20.2	1	21.7	20.8
17:00 p.m.	18.4	17.5	0.9	19	18.1
19:00 p.m.	15.7	15.2	0.5	16.2	15.4
21:00 p.m.	13.9	13.2	0.7	14.3	13.5
00:00 a.m.	13.2	12.8	0.4	14	13
3:00 a.m.	12.3	12.0	0.3	12.8	12.1
OBSERVACIONES SOBRE FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA					
-Evaluación de las viviendas sin tarrajeo.					


 GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 56608


 Ing. Charly F. Rodríguez Ponce
 CIP: 226246


 Ronald G. Mays Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 156354

FICHA DE EVALUACIÓN DE TEMPERATURA					
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha:	13/09/2025				
Lugar:	Centro Poblado de Nuwyon Pondas				
Coordenadas:	361457.25 E - 8907077.30 N		Vivienda 2		
Elemento Monitoreado	☐ Módulo A (patrón)	☐ Módulo B (fibras de agave)	☒ Vivienda real		
CONDICIONES AMBIENTALES					
Clima general:	☐ Soleado	☐ Nublado	☐ Lluvioso	☒ Otro	
REGISTRO DE TEMPERATURAS					
Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	12.5	11.8	0.7	12.9	12.3
08:00 a.m.	13.9	13.5	0.4	14.1	13.7
11:00 a.m.	16.3	15.6	0.7	17.0	16.1
14:00 p.m.	22.7	21.7	1.0	23.2	22.2
17:00 p.m.	18.2	17.9	0.3	18.6	18.1
19:00 p.m.	14.6	14.0	0.6	15.3	14.3
21:00 p.m.	13.4	12.9	0.5	13.9	13.0
00:00 a.m.	12.9	12.6	0.3	13.4	12.8
3:00 a.m.	12.5	12.1	0.4	13.0	12.3
OBSERVACIONES SOBRE FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA					
- Evaluación de las viviendas sin tanajeo					


 GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 56608


 Ing. Charly F. Rodríguez Ponca
 CIP: 226248


 Ronald G. Mays Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 156354

FICHA DE EVALUACIÓN DE TEMPERATURA					
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha:	13/09/2025				
Lugar:	Centro Poblado de Nauyan Rondos				
Coordenadas:	361463.48E - 8907078.35 N		Vivienda - 3		
Elemento Monitoreado	☐ Módulo A (patrón)	☐ Módulo B (fibras de agave)	☒ Vivienda real		
CONDICIONES AMBIENTALES					
Clima general:	☐ Soleado	☐ Nublado	☐ Lluvioso	☒ Otro	
REGISTRO DE TEMPERATURAS					
Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	11.4	10.2	1.2	12.3	11.0
08:00 a.m.	14.1	13.9	0.2	14.5	14.2
11:00 a.m.	17.6	17.2	0.4	18.1	17.5
14:00 p.m.	24.8	23.2	1.6	25.3	24.5
17:00 p.m.	17.6	16.9	0.7	18.6	18.1
19:00 p.m.	14.7	14.1	0.6	15.8	14.8
21:00 p.m.	14.3	13.8	0.5	14.9	14.3
00:00 a.m.	14.0	13.3	0.7	14.5	13.9
3:00 a.m.	12.8	11.4	1.4	13.6	12.8
OBSERVACIONES SOBRE FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA					
- Evaluación de las viviendas sin turrageo					


 GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 56608


 Ing. Charly F. Rodríguez Ponce
 CIP: 226246


 Ronald G. Mays Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 156354

FICHA DE EVALUACIÓN DE TEMPERATURA					
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha:	13/09/2025				
Lugar:	Centro Poblado de Nuyán Pomas				
Coordenadas:	361471.44 E - 8907079.99 N Vivienda 4				
Elemento Monitoreado	☒ Módulo A (patrón) ☒ Módulo B (fibras de agave) ☐ Vivienda real				
CONDICIONES AMBIENTALES					
Clima general:	☐ Soleado ☐ Nublado ☐ Lluvioso ☒ Otro				
REGISTRO DE TEMPERATURAS					
Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	11.8	9.2	2.6	12.3	11.0
08:00 a.m.	13.8	12.1	1.7	14.1	13.1
11:00 a.m.	16.3	14.2	2.1	17.0	15.8
14:00 p.m.	20.6	19.5	1.1	21.0	20.3
17:00 p.m.	18.2	17.1	1.1	18.6	17.9
19:00 p.m.	15.4	14.8	0.6	15.8	15.1
21:00 p.m.	13.3	12.6	0.7	13.5	12.8
00:00 a.m.	12.5	12.1	0.4	12.9	12.3
3:00 a.m.	12.3	11.7	0.6	12.6	11.9
OBSERVACIONES SOBRE FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA					
- Evaluación de la vivienda sin tarrajeo.					


 GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 56608


 Ing. Charly F. Rodríguez Ponce
 CIP: 226246


 Ronald G. Mays Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 156354



PROYECTO :
UBICACIÓN :
SOLICITA :
FECHA :
MUESTRAS DE TIERRA :

"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP. Nayán Rondos-Huánuco, Perú-2025"
NAYÁN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO
BACH. MAYEU NICOLE SILVA CIDRO
21/07/2025

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA - P.A. INGENIERÍA CIVIL



DESIGIFICACIÓN DE MATERIALES Y FIBRA PARA PANEL 30x30x2.5 CM

Longitud (m)	0.3	Cálculo de volumen y masa de sólidos, fracciones suelo/arena y fibra por panel para 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %.	Ancho (m)	0.3	Espesor (m)	0.025	Densidad arena (kg/m ³)	1700	Volumen (m ³)	0.00225	Sólidos (kg)	3.8250
Fracción suelo	0.3838											
Suelo (kg/panel)	1.2749											
Fracción arena	0.6887											
Arena (kg/panel)	2.5500											

Porcentajes a usar:

% Fibra	Fibra (g/panel)	Nº paneles	Fibra total (g)	Suelo total (kg)	Arena total (kg)
0.5	181.750	3	527.25	3.8246	7.6504
1	363.500	3	1047.5	3.8246	7.6504
1.5	545.250	3	1627.75	3.8246	7.6504
TOTALES			344.2500	14.739	22.950

CONFECCIÓN

Parámetro	Valor	Notas
Densidad seca del mortero (kg/m ³)	1800	El valor está dentro del rango típico según el EHS, verificado, de morteros / áridos compactados, fechando con compactación manual de mortero de arena y con el rango típico (1500-1800 kg/m ³ para morteros de arena compactados en albedre / compactados).
Indicador suelo (gr/m ³)	1	Indicador en masa
Indicador arena (gr/m ³)	2	Indicador en masa
% Fibra #1	0.5	
% Fibra #2	1	
% Fibra #3	1.5	

NOTA: La fibra se clasifica sobre la MESH DE SÓLIDOS (suelo-arena), sin contar agua.

Fórmulas:

- $Volumen (m^3) = Longitud \times Ancho \times Espesor$
- $Sólidos (kg) = Densidad (kg/m^3) \times Volumen (m^3)$
- $Fracción suelo = r_{suelo} / (r_{suelo} + r_{arena})$
- $Fracción arena = r_{arena} / (r_{suelo} + r_{arena})$
- $Fibra (g) = Sólidos (kg) \times 1000 \times (\% / 100)$

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
BACH. JIMENA Y JARA GARCIA
(P) LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú
G-mail: lab.suelos.huanuco@edu.pe
Celular: 952 076 080

GERMAN GASTON MARTINEZ WIRTALES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 56608



PROYECTO :
UBICACIÓN :
SOLICITA :
FECHA :
MUESTRAS DE TIERRA :

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – P.A. INGENIERÍA CIVIL
"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del C.C. PP. Nayen Rondos-Huánuco, Perú-2025"
BACH. MANUEL NICOLÉ SILVA CUDOS
24/07/2025



CÁLCULOS PARA LOS ENSAYOS DE FISURACIÓN, ADHESIÓN, EROSIÓN POR AGUA Y EROSIÓN ABRASIVA CON MUESTRA CON FIBRAS (MCF) Y MUESTRAS SIN FIBRA (MSF) I

Selección del % óptimo (calculado 15%) y cálculo de fibra total, suelo total y arena total para 4 paneles (MCF y MSF) I

Largo (m)	0.3	Ancho (m)	0.3	Espesor (m)	0.025	Densidad seca (kg/m ³)	1710	Volumen (m ³)	0.00225	Sólidos (kg)	3.8250
Fracción suelo	0.3333	Fracción arena	0.6667								
Suelo (kg/panel)	1.2749	Arena (kg/panel)	2.5500								
% óptimo para MCF (con fibra):		Fibra (g/panel)	57.3750	Nº paneles TFA	2	Fibra total (g)	114.7500	Suelo total (kg) MCF	2.5437	Arena total (kg) MCF	5.1003
% Fibra (MCF)	1.5										
Control MSF (sin fibra):		Suelo total (kg) MSF	2.5437	Arena total (kg) MSF	5.1003						
Nº paneles MSF	2										

CONSTRUCCIÓN

Parámetro	Valor	Notas
Densidad seca del mortero (kg/m ³)	1710	El valor está dentro del rango típico según el BMS realizado, de morteros/adhesivos comerciales (evaluando con compactación manual de morteros de tierra y con el rango típico 1500-1800 kg/m ³ para morteros suelo arena usados en adobe / resaca (adobe)).
Reducción suelo (grito)	1	Relación en masa
Reducción arena (grito)	2	Relación en masa
% Fibra #1	1.5	

NOTA: La fibra se identifica sobre la MCM DE SUELOS (suelo-arena), sin cambiar agua.

Fórmulas:

- $Volumen (m^3) = Largo(m) \times Ancho(m) \times Espesor(m)$
- $Sólidos (kg) = Densidad (kg/m^3) \times Volumen (m^3)$
- $Fracción suelo = C. suelo / (C. suelo + C. arena)$
- $Fracción arena = C. arena / (C. suelo + C. arena)$
- $Fibra (g) = Sólidos (kg) \times 1000 \times (\% / 100)$

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

BACH. JIMENA K. JARA GARCÍA
(O) LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Carrera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú

E-mail: lab.suelos.bach@unh.edu.pe

Celular: 982 076 980

GERMAIN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 56608



PROYECTO :
UBICACIÓN :
SOLICITA :
FECHA :
MUESTRAS DE TIERRA :

"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del C.C. PP Nayyan Rondas-Huánuco, Perú-2025"
NAYYAN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO
BACH, MAYEL NICOLE SILVA CIDROD
25/07/2025



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – P.A. INGENIERÍA CIVIL

CAJUELO PARA LAS PRUEBAS 10-10-2 CM PARA ENSAYO DE CAPILARIADO: MCF (CON FIBRA) Y MSF (SIN FIBRA)]

Cálculo de V, masa de sólidos por probeta, fibra g/probeta al % óptimo y volúmenes de materiales para 4 probetas MCF y 4 probetas de MSF.]

Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Densidad seca (kg/m³)	Volumen (m³)	Sólidos (kg)	U.S.A
Fracción suelo						
Suelo (kg/probeta)	0.3333					
Arena (kg/probeta)	0.1833					
MCF (con fibra):						
% Fibra	1.5					
Fibra (g/probeta)						
Nº probetas MCF	4					
Fibra total (g)						
Suelo total (kg)						
Arena total (kg)						
MSF (sin fibra):						
Nº probetas TSF	4					
Suelo total (kg)						
Arena total (kg)						

CONTERMINACIÓN

Parámetro	Valor	Notas
Densidad seca del material (kg/m³)	1700	Valor está dentro del rango físico según el HNE, realizado, de métodos/rutinas conprobadas (existente con comprobación manual de muestra de tierra y con el rango físico 1500-1800 kg/m³ para muestras sobre arena suelta en el laboratorio).
Relación suelo (arena)	1	Relación en masa
Relación arena (suelo)	2	Relación en masa
% Fibra #1	0.5	

NOTA: La fibra se dosifica sobre la MSA DE SÓLIDOS (suelo+arena), sin contar agua

Formulas:

- $Volumen (m^3) = Longitud \times Ancho \times Espesor$
- $Sólidos (kg) = Densidad (kg/m^3) \times Volumen (m^3)$
- $Fracción suelo = r_suelo / (r_suelo + r_arena)$
- $Fracción arena = r_arena / (r_suelo + r_arena)$
- $Fibra (g) = Sólidos (kg) \times 1000 \times (\% / 100)$

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

BACH. JIMENA K. JARA GARCIA
(e) LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú

G mail: lab.suelos.huco@unh.edu.pe
Celular: 952 075 080

GERMAN GASTON MARTINEZ MORELES
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 56608

		UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS FACULTAD DE INGENIERÍA – P.A. INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO :	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nauyan Rondos-Huánuco, Perú-2025"			
UBICACIÓN :	NAUYAN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO			
SOLICITA :	BACH. MAYEL NICOLE SILVA CLOUD			
FECHA :	21/08/2025			

ENSAYO DE FISURACIÓN

Resultados del ensayo de fisuración en revocos con y sin fibras de agave[]				
Código	% Fibra	Ancho máx. (mm)	Longitud total (cm)	Observaciones
M1-CF	1.5	0	0	Sin fisuras aparentes
M2-CF	1.5	0	0	Sin fisuras aparentes
M1-SF	0	0	0	Sin fisuras aparentes
M2-SF	0	0	0	Sin fisuras aparentes

RESULTADO:

Ninguna de las muestras, con o sin fibras, presentó fisuración visible durante el periodo de secado. Sin embargo, las probetas con fibras de agave (1.5%) mostraron mayor homogeneidad superficial y mejor cohesión, lo que sugiere una menor retracción potencial frente a ciclos de humedad más prolongados.

CF: Con fibras de Agave
SF: Sin fibras de Agave

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

BACH. JIMENA X. JARA GARCÍA
 (a) LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú
 E-mail: lab.suelos.hco@udh.edu.pe
 Celular: 952 076 080


GERMAIN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 59808




PROYECTO :
UBICACIÓN :
SOLICITA :
FECHA :

"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nayyan Rondas-Huánuco, Perú-2025"
NAYYAN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO
BACH. MANUEL NICOLÉ SILVA CENDI
22/08/2025



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – P.A. INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE ADHERENCIA CON CINTA

Resultados del ensayo de adherencia mediante prueba de cinta con fibras y sin fibras de Agave (ASTM D3359-17) □

Código	% Fibra	Método	Área afectada (cm²)	Clasificación	Tipo de fallo	% Área desprendida	Observaciones
M1-CF	1.5	Ensayo de adhesión con cinta	0.25	4B	Sin falla	<5%	Desprendimiento muy leve.
M2-CF	1.5	Ensayo de adhesión con cinta	0.25	4B	Sin falla	<5%	Desprendimiento muy leve.
M1-SF	0	Ensayo de adhesión con cinta	0.25	1B	Adhesivo	35%-65%	Amplio desprendimiento, fallas en toda la cuadrícula.
M2-SF	0	Ensayo de adhesión con cinta	0.25	0B	Cohesivo	>65%	Desprendimiento total del recubrimiento superficial.

De acuerdo con los resultados obtenidos:

Los revocos sin fibras (M1-SF y M2-SF) presentaron clasificaciones 1B y 0B, con desprendimientos superiores al 35 %, evidenciando fallos adhesivos y cohesivos severos. Esto indica una baja adherencia al sustrato y una pobre cohesión interna del mortero.

En contraste, los revocos con fibras de agave (1.5 %) (M1-CF y M2-CF) alcanzaron la clasificación 4B (< 5 % de desprendimiento), mostrando únicamente polvo superficial sin pérdida de cuerdas. Por lo tanto, la incorporación de fibras naturales mejora significativamente la adherencia, aumentando la resistencia a la tracción superficial y reduciendo el desprendimiento del recubrimiento.

RESULTADO:

El revoque con fibras de agave (1.5 %) mostró una adherencia cuatro veces superior a la del revoque tradicional sin fibras, según la escala ASTM D3359.

CF: Con fibras de Agave
SF: Sin fibras de Agave

SEGÚN - ASTM D3359 Métodos de prueba estándar para evaluar la adherencia mediante la prueba de cinta

Clasificación	Descripción
0B	Desprendimiento total del recubrimiento superficial.
1B	Desprendimiento de 35% a 65% del área.
2B	Desprendimiento de 15% a 35% del área.
3B	Desprendimiento de 5% a 15% del área.
4B	Desprendimiento de menos del 5% del área.
5B	Desprendimiento de menos del 5% del área.
6B	Desprendimiento de menos del 5% del área.
7B	Desprendimiento de menos del 5% del área.
8B	Desprendimiento de menos del 5% del área.
9B	Desprendimiento de menos del 5% del área.
10B	Desprendimiento de menos del 5% del área.

- 5B: Los bordes de las curvas están completamente lisos; ninguno de los cuerdos de la rejilla se ha desprendido.
- 4B: Pequeñas escamas del recubrimiento se desprenden en las intersecciones; menos del 5 % del área se ve afectada.
- 3B: Pequeñas escamas del recubrimiento se desprenden a lo largo de los bordes y en las intersecciones de las curvas. El área afectada es del 5 al 15 % de la rejilla.
- 2B: El recubrimiento se ha desmenuado a lo largo de los bordes y en partes de las curvas. El área afectada es del 15 al 35 % de la rejilla.
- 1B: El recubrimiento se ha desmenuado a lo largo de las bordes de las curvas en grandes fragmentos y se han desprendido cuerdas completas. El área afectada es del 35 al 65 % de la rejilla.
- 0B: Desmenuación y desprendimiento graves que la clasificación 1B.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
BACH. JIMENA K. JARA GARCIA
(a) LABORATORIO DE MECÁNICAS DE SUELOS

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú
 E-mail: lab.suelos.hco@uahu.edu.pe
 Celular: 952 076 080


SERMAN GUSTON MARTINEZ MONTELES
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 56908



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – P. A. INGENIERÍA CIVIL
"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nayyan Rondos-Huánuco, Perú-2025"
NAUYAN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO
BACH. MAYELI NICOLE SILVA CIDUO
25/08/2025



PRODUCTO :
UBICACIÓN :
SOLICITA :
FECHA :

Resultados del ensayo de erosión por agua (aspersión) en revoques con y sin fibras de agave

Código	% Fibra	Duración (min)	Altura boquilla (cm)	Ángulo (°)	Peso seco (g)	Peso después del secado (g)	Pérdida de masa (g)	Pérdida de masa (%)
M1-CF	1.5	5 min	50	45	2724.7	2720.1	4.6	0.53%
M2-CF	1.5	5 min	50	45	2970.5	2969.8	0.7	0.78%
M1-SF	0	5 min	50	45	3456.2	3435.8	20.4	1.17%
M2-SF	0	5 min	50	45	3084.8	3060.8	24	0.72%

RESULTADO:
 Los revoques con fibras de agave (1.5%) mostraron pérdidas de masa 4 a 30 veces menores que los revoques sin fibras, lo que demuestra que la adición de fibras naturales incrementa la resistencia a la erosión por agua.
 Esto se debe a que las fibras actúan como refuerzos internos, mejorando la cohesión del mortero y reduciendo la disgregación superficial durante el impacto del agua.

CF: con fibras de Agave
SF: sin fibras de Agave
SEERIN - ASTM E304-08
Método de prueba estándar para la penetración y fugas de agua a través de membranas
 Alcance:
 1.1 Este método de ensayo de laboratorio proporciona un procedimiento para determinar la resistencia a la penetración y fugas de agua a través de membranas unitaria sometida a flujo impulsado por el viento.
 1.2 Los valores indicados en unidades del SI se consideran estándar. Los valores entre paréntesis son conversiones matemáticas a pulgadas-fuerza, que se proporcionan solo a título informativo y no se consideran estándar.
 1.3 Esta norma no pretende abordar todas las preocupaciones de seguridad, si las hubiera, asociadas con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas adecuadas de seguridad y salud, así como determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso. Para una declaración de peligro específica, véase la Sección B.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA


Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú
 G-mail: lab.suelos_huco@unh.edu.pe
 Celular: 952 076 080



GERMAIN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 56508

BACH. JIMENA K. JARA GARCIA
(e) LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

		UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS FACULTAD DE INGENIERÍA – P. A. INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO :	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del C.C. PP Nayyan Rondos-Huánuco, Perú-2025"				
UBICACIÓN :	NAYYAN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO				
SUBJEta :	BACH. MAYEL NICOLE SILVA CILLO				
FECHA :	27/08/2025				

ENSAYO DE EROSIÓN ABRASIVA POR CEPILLADO

Resultados del ensayo de erosión abrasiva por cepillado en revoques con y sin fibras de agave.

Código	% Fibra	Nº de pasadas	Recorrido (cm)	Peso seco (g)	Peso después del raspado (g)	Pérdida de masa (g)	Pérdida de espesor (mm)
M1-CF	1,5	50	15	2720,1	2706,4	13,7	2
M2-CF	1,5	50	15	2969,8	2954,1	15,7	4
M1-SF	0	50	15	3435,8	3402,6	33,2	9
M2-SF	0	50	15	3060,8	3031,8	29	7

Los revoques con fibras de agave (1,5%) presentaron pérdidas de masa 2 a 3 veces menores y una reducción de espesor entre 50 % y 75 % respecto a los revoques sin fibras. Esto demuestra que las fibras actúan como refuerzo interno, reduciendo la disgregación superficial y mejorando la resistencia a la abrasión mecánica.

RESULTADO:

Los morteros con fibra de agave mostraron una resistencia abrasiva alta, mientras que los revoques sin fibras evidenciaron erosión superficial significativa después de 50 pasadas de cepillado.

CF: Con fibras de Agave
SF: Sin fibras de Agave

En el Manual de Construcción con Tierra de Barro Minka (2009)

Erosión por abrasión: usando cepillo o instrumento con vello con cepillo de cerdas duras, midiendo la pérdida de material (masa u espesor) después de un número determinado de pasadas. Fuente: Adaptado del método de ensayo de resistencia superficial por cepillado descrito por Minka (2009) en Manual de construcción con tierra. Capítulo 10. Ediciones Abya-Yala, Quito.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
BACH. JIMENA K. JARA GARCIA
 (e) LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Carrera Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú
 E-mail: lab.suelos@uahu.edu.pe
 Celular: 952 076 080


GERARDO MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 56608

		UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS FACULTAD DE INGENIERÍA – P.A. INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO :	"Mortero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC. PP Nayyan Rondos-Huánuco, Perú-2025"				
UBICACIÓN :	NAUYAN RONDOS, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO				
SOLICITA :	BACH. MAYELI NICOLE SILVA CIDRO				
FECHA :	27/08/2025				

ENSAYO DE CAPILARIDAD

Resultados del ensayo de absorción por capilaridad en revoques con y sin fibras de agave

Código	% Fibra	Masa seca inicial (g)	Masa tras inmersión (g)	Exsudación (g)	Altura capilar (mm)	Tiempo (min)
M1-CF	1.5	529.2	551.9	22.7	5	60
M2-CF	1.5	522.6	555.7	33.1	5	60
M3-CF	1.5	536.1	554.1	18	5	60
M4-CF	1.5	580.6	600	20.4	5	60
M1-SF	0	469.3	504.9	35.6	5	60
M2-SF	0	524.3	558.4	34.1	5	60
M3-SF	0	500.3	545	34.7	5	60
M4-SF	0	506.7	535.6	28.9	5	60

Los revoques con fibras de agave (1.5%) presentan valores promedio de absorción 35-45 % menores que los revoques sin fibras, evidenciando menor capilaridad y mejor comportamiento frente a la humedad ascendente.

Esto se explica porque las fibras vegetales, al integrarse a la matriz de tierra, mejoran la cohesión interna y reducen la porosidad efectiva, dificultando el ascenso capilar del agua.

RESULTADO:

Las muestras con fibras de agave demostraron mayor resistencia a la absorción capilar, lo que contribuye a la durabilidad y estabilidad del revestimiento frente a la humedad.

CF: Con fibras de Agave
SF: Sin fibras de Agave

En el Manual de Construcción con Tierra de Barro Minka (2009)
 Resumen del método según Minka (2009)
 Muestras secas se colocan sobre una capa de agua de 5 mm.
 Se miden masa antes y después de la inmersión parcial.
 El tiempo puede variar (de 300 a 1200 min).
 Se evita la salura del ascenso capilar visible.
 Se considera que menor ascenso y menor ganancia de peso = mayor durabilidad frente al agua.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
BACH. JIMENA K. JARA GARCÍA
 (e) LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS


GERARDO GASTÓN MARTÍNEZ RONDOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 56603

Calle Central Km. 9 - La Esperanza - Huánuco - Perú
 G-mail: lab.suelos.hno@uahu.edu.pe
 Celular: 952 076 080

FICHA DE EVALUACIÓN DE TEMPERATURA					
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha:	11/10/2025				
Lugar:	Centro Poblado de Newyan Ponds				
Coordenadas:	361457.28 E - 8907064.80 N		VIVIENDA 7		
Elemento Monitoreado	☐ Módulo A (patrón)	☒ Módulo B (fibras de agave)	☒ Vivienda real		
CONDICIONES AMBIENTALES					
Clima general:	☐ Soleado	☐ Nublado	☐ Lluvioso	☒ Otro	
REGISTRO DE TEMPERATURAS					
Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	11.6	10.3	1.3	12.1	11.3
08:00 a.m.	14.5	11.9	2.6	15.0	13.8
11:00 a.m.	17.3	13.9	3.4	17.9	16.8
14:00 p.m.	21.9	21.5	0.4	22.6	21.7
17:00 p.m.	19.3	17.7	1.6	20.0	18.7
19:00 p.m.	16.4	15.9	0.5	17.1	16.1
21:00 p.m.	14.6	13.8	0.8	15.2	14.1
00:00 a.m.	14.1	12.5	1.6	14.6	13.8
3:00 a.m.	13.1	11.8	1.3	13.8	12.6
OBSERVACIONES SOBRE FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA					
- VIVIENDA CON EL TAPAJEO CON FIBRAS DE AGAVE.					


 GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 56608


 Ing. Charly F. Rodríguez Ponce
 CIP: 226246


 Ronald G. Mays Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 156354

FICHA DE EVALUACIÓN DE TEMPERATURA					
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha:	11/10/2025				
Lugar:	Centro Poblado de Nauyan Ponds				
Coordenadas:	361457.25 E - 8907077.30 N		VIVIENDA 2		
Elemento Monitoreado	☐ Módulo A (patrón)		☒ Módulo B (fibras de agave)		☒ Vivienda real
CONDICIONES AMBIENTALES					
Clima general:	☐ Soleado		☐ Nublado		☐ Lluvioso
☒ Otro					
REGISTRO DE TEMPERATURAS					
Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	13.1	11.8	1.3	13.6	12.9
08:00 a.m.	14.6	13.1	1.5	14.8	14.1
11:00 a.m.	17.0	15.3	1.7	17.6	16.6
14:00 p.m.	23.2	21	2.2	23.8	22.8
17:00 p.m.	18.9	18	0.9	19.6	18.6
19:00 p.m.	15.2	13.9	1.3	15.8	14.8
21:00 p.m.	13.8	13	0.8	14.4	13.5
00:00 a.m.	13.6	13.1	0.5	14.0	13.3
3:00 a.m.	13.4	12.2	1.2	13.9	12.8
OBSERVACIONES SOBRE FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA					
- VIVIENDA CON EL TARRAJEO CON FIBRAS DE AGAVE.					


 GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 56608


 Ing. Charly F. Rodríguez Ponce
 CIP: 226246


 Ronald G. Mays Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 156354

FICHA DE EVALUACIÓN DE TEMPERATURA					
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha:	11/10/2025				
Lugar:	Centro Poblado de Nautan Rendos				
Coordenadas:	361463.48 E - 8907078.35 N VIVIENDA - 3				
Elemento Monitoreado	☐ Módulo A (patrón) ☒ Módulo B (fibras de agave) ☒ Vivienda real				
CONDICIONES AMBIENTALES					
Clima general:	☐ Soleado ☐ Nublado ☐ Lluvioso ☒ Otro				
REGISTRO DE TEMPERATURAS					
Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	12.5	11.8	0.7	12.7	12.0
08:00 a.m.	14.9	14.6	0.3	15.6	14.8
11:00 a.m.	18.4	16.0	2.4	14.0	18.1
14:00 p.m.	25.3	21.2	4.1	25.8	24.9
17:00 p.m.	19.1	17.1	2.0	19.4	18.8
19:00 p.m.	15.9	14.5	1.4	16.4	15.6
21:00 p.m.	15.1	14	1.1	15.5	15.0
00:00 a.m.	14.8	12.6	2.2	15.3	14.6
3:00 a.m.	13.7	12.7	1.0	14.2	13.5
OBSERVACIONES SOBRE FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA					
- VIVIENDA CON EL TARRAJEO CON FIBRAS DE AGAVE.					


 GERMAN GASTON MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 56608


 Ing. Charly F. Rodríguez Ponce
 CIP: 226248


 Ronald G. Mays Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 156354

FICHA DE EVALUACIÓN DE TEMPERATURA					
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha:	11/10/2025				
Lugar:	Centro Poblado de Nauyan Ponce				
Coordenadas:	361471.44.E - 8807079.99N		VIVIENDA - 4		
Elemento Monitoreado	☒ Módulo A (patrón)		☒ Módulo B (fibras de agave)		☐ Vivienda real
CONDICIONES AMBIENTALES					
Clima general:	☐ Soleado		☐ Nublado	☐ Lluvioso	☒ Otro
REGISTRO DE TEMPERATURAS					
Hora	Temp. Interior (°C)	Temp. Exterior (°C)	Diferencia (°C)	Temp. Superficie Interior (°C)	Temp. Superficie Exterior (°C)
05:00 a.m.	12.4	11.0	1.4	13.0	12.0
08:00 a.m.	14.7	13.2	1.5	15.2	14.2
11:00 a.m.	17.0	14.5	2.5	17.5	16.5
14:00 p.m.	21.4	19.3	2.1	21.9	20.9
17:00 p.m.	19.1	16.9	2.2	20.0	18.6
19:00 p.m.	16.2	15.2	1.0	16.9	15.9
21:00 p.m.	14.0	13.5	0.5	14.5	13.7
00:00 a.m.	13.3	12.2	1.1	14.0	12.9
3:00 a.m.	12.8	12.0	0.8	13.2	12.5
OBSERVACIONES SOBRE FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA					
- VIVIENDA CON EL TAPAJEO CON FIBRAS DE AGAVE.					


 GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 56608


 Ing. Charly F. Rodríguez Ponca
 CIP: 226246


 Ronald G. Mays Aquino
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 156354

ANEXO 3

RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DEL SUPERVISOR



UDH

Facultad de
Ingeniería

RESOLUCIÓN n.º 1097-2025-D-FI-UDH
Huánuco, 5 de junio de 2025

Visto:

El Oficio n.º 0657-2025-CA-PAIC-FI-UDH, presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el expediente n.º 546226-0000002962 mediante el cual Mayeli Nicole SILVA CLOUD solicita la designación de un Asesor de tesis.

CONSIDERANDO:

- Que, conforme a lo dispuesto en la Ley Universitaria n.º 30220, Capítulo V, Artículo 45, inciso 45.2, corresponde atender dicha solicitud;
- Que, según el expediente n.º 546226-0000002962, Mayeli Nicole SILVA CLOUD propone a Mg. Reynaldo Favio SUAREZ LANDAURO como asesor de tesis para el desarrollo de su trabajo de investigación;
- Que, de acuerdo con los Artículos 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, la solicitud cumple con los requisitos establecidos;
- Que, en virtud de las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería, y con cargo a informar en la próxima sesión del Consejo de Facultad;

SE RESUELVE:

Artículo 1º. Designar a Mg. Reynaldo Favio SUAREZ LANDAURO, docente del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, como Asesor de tesis de Mayeli Nicole SILVA CLOUD.

Artículo 2º. Establecer un plazo máximo de seis meses para presentar la solicitud de revisión del Plan de Tesis. En caso de vencimiento del plazo, el interesado deberá gestionar una nueva solicitud conforme a los costos vigentes.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Maximiliano Cruz Huacachino
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
Ing. Ethel Jhovani Monzon Lozano
SECRETARIO DOCENTE



Documento:

RESOLUCIÓN n.º 1097-2025-D-FI-UDH

URL de Verificación:

<https://copiloto.udh.edu.pe/titulacionback/api/view-resolution/6841a7a84e8cd67dd40de792>

ANEXO 4

RESOLUCIÓN DE LA APROBACIÓN DEL PROYECTO



UDH

Facultad de
Ingeniería

RESOLUCIÓN n.º 1275-2025-D-FI-UDH Huánuco, 25 de junio de 2025

Visto:

El Oficio n.º 0751-2025-CA-PAIC-FI-UDH, presentado por el Coordinador Académico del Programa de Ingeniería Civil que contiene el dictamen aprobatorio de los Jurados revisores sobre el Plan de Tesis titulado: “MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE PARA AISLAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DEL CC. PP NAUYAN RONDOS – HUÁNUCO, PERÚ-2025”, presentado por Mayeli Nicole SILVA CLOUD en calidad de tesista.

CONSIDERANDO:

- Que, mediante Resolución n.º 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se creó la Facultad de Ingeniería;
- Que, mediante Resolución de Consejo Directivo n.º 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, la Universidad de Huánuco obtuvo la licencia para ofrecer el servicio educativo superior universitario;
- Que, mediante Resolución n.º 1097-2025-D-FI-UDH, de fecha 5 de junio de 2025, se designó a Mg. Reynaldo Favio SUAREZ LANDAURO, docente adscrito al Ingeniería Civil, como Asesor de tesis de Mayeli Nicole SILVA CLOUD;
- Que, según el Oficio n.º 0100-2025-CA-PAIC-FI-UDH, el Coordinador Académico informa que los Jurados revisores, conformados por: Mg. Yelen Lisseth TRUJILLO ARIZA (Presidente), Mg. Renato Edu BARZOLA GOMEZ (Secretario), Mg. Ciza Zarvia ROSARIO RAMON (Vocal), han declarado APROBADO el Plan de Tesis para su ejecución;
- Que, en virtud de las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a informar en la próxima sesión del Consejo de Facultad;

SE RESUELVE:

Artículo 1º. Aprobar el Plan de Tesis titulado: “MORTERO CON FIBRAS DE AGAVE PARA AISLAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DEL CC. PP NAUYAN RONDOS – HUÁNUCO, PERÚ-2025”, presentado por Mayeli Nicole SILVA CLOUD, como requisito para optar el título profesional de Ingeniero(a) Civil en la Universidad de Huánuco.

Artículo 2º. Establecer un plazo máximo de 12 meses para la ejecución del Plan de Tesis, contado a partir de la fecha de emisión de la presente Resolución. En caso de incumplimiento, el interesado podrá solicitar una única ampliación de hasta seis meses.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Maximiliano Cruz Huacachino
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
Ing. Ethel Jhovani Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



Documento:
RESOLUCIÓN n.º 1275-2025-D-FI-UDH
URL de Verificación:
<https://copiloto.udh.edu.pe/titulacionback/api/resolucion/ver-aprobacion-tesis/6855ca8e20c2fe3ff6045c92>

ANEXO 5

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR EXPERTOS



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
1950 - CENTENARIO DE LA UDH

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mays Aquino Ronald Günter
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
- 1.3. Apellidos y Nombres del investigador: Silva Cloud, Mayeli Nicole
- 1.4. Título de la investigación: "Montero con fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas del CC-PP Huayón Pando"
- 1.5. Nombre del instrumento: Temperatura, Norma E-080, Ensayos (fijación, adherencia, consiente, etc.)
- 1.6. Autor(a) del Instrumento: Silva Cloud, Mayeli Nicole

II. CRITERIOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	VALORACIÓN CUALITATIVA	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
	VALORACIÓN CUANTITATIVA	0	0.5	1	1.5	2
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado			X		
2. Objetividad	Permite recabar datos o conductas observadas				X	
3. Actualidad	Corresponde al estado actual de los conocimientos			X		
4. Organización	Existe una organización lógica			X		
5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de la variable en cantidad y calidad				X	
6. Internacionalidad	Adecuado para alcanzar los objetivos del estudio			X		
7. Consistencia	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio			X		
8. Coherencia	Con las variables, dimensiones e indicadores			X		
9. Metodología	Responde al método, tipo, diseño y enfoque del estudio			X		
10. Conveniencia	Permite un adecuado levantamiento de la información			X		
SUB TOTAL				8	3	
TOTAL						11

Criterios de evaluación	Valoración cuantitativa	Valoración cualitativa	Opinión de aplicabilidad
	17-20	Aprobado	Válido-Aplicar
	11-16	Observado	Válido-Subsanar
	0-10	Rechazado	No válido-Replantear

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Válido - Subsanar

Huánuco, 02 de Julio del 2025

Ronald Günter Mays Aquino
INGENIERO CIVIL
FIRMA DEL EXPERTO

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Martínez Morales, German Gastón
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la P.A. Ing. Civil - UDH
 1.3. Apellidos y Nombres del investigador: Silva Cloud, Mayeli Nicole
 1.4. Título de la investigación: "Módulo con Fibras de Agave para aislamiento térmico en viviendas de CC.PP. Mayan Ponds"
 1.5. Nombre del instrumento: Temperatura, Norma E.080, Ensayo (fijación, adherencia, etc.)
 1.6. Autor(a) del Instrumento: Silva Cloud, Mayeli Nicole

II. CRITERIOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	VALORACIÓN CUALITATIVA	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
	VALORACIÓN CUANTITATIVA	0	0.5	1	1.5	2
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				✓	
2. Objetividad	Permite recabar datos o conductas observadas				✓	
3. Actualidad	Corresponde al estado actual de los conocimientos				✓	
4. Organización	Existe una organización lógica				✓	
5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de la variable en cantidad y calidad				✓	
6. Internacionalidad	Adecuado para alcanzar los objetivos del estudio				✓	
7. Consistencia	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio				✓	
8. Coherencia	Con las variables, dimensiones e indicadores				✓	
9. Metodología	Responde al método, tipo, diseño y enfoque del estudio				✓	
10. Conveniencia	Permite un adecuado levantamiento de la información					✓
SUB TOTAL					13.5	2
TOTAL						15.5

Criterios de evaluación	Valoración cuantitativa	Valoración cualitativa	Opinión de aplicabilidad
	17-20	Aprobado ✓	Válido-Aplicar
	11-16 ✓	Observado	Válido-Subsanar ✓
	0-10	Rechazado	No válido-Replantear

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Válido - Subsanar

Huánuco, 03 de Julio del 2025


 GERMAN GASTÓN MARTÍNEZ MORALES
 INGENIERO CIVIL
 FIRMA DEL EXPERTO



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Rodriguez Ponce, Charly Fernando
1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Ing. Civil - UDH
1.3. Apellidos y Nombres del investigador: Silva Cloud, Mayeli Nicole
1.4. Título de la investigación: Montero con fibras de Agave para aislamiento térmico en vivienda de CC-DP Nayán, Rorío
1.5. Nombre del instrumento: Temperatura, Norma E.0.80, Ensayos (fluencia, adherencia, etc.)
1.6. Autor(a) del Instrumento: Silva Cloud, Mayeli Nicole

II. CRITERIOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	VALORACIÓN CUALITATIVA	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
	VALORACIÓN CUANTITATIVA	0	0.5	1	1.5	2
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				X	
2. Objetividad	Permite recabar datos o conductas observadas					X
3. Actualidad	Corresponde al estado actual de los conocimientos				X	
4. Organización	Existe una organización lógica				X	
5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de la variable en cantidad y calidad				X	
6. Internacionalidad	Adecuado para alcanzar los objetivos del estudio				X	
7. Consistencia	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio				X	
8. Coherencia	Con las variables, dimensiones e indicadores				X	
9. Metodología	Responde al método, tipo, diseño y enfoque del estudio				X	
10. Conveniencia	Permite un adecuado levantamiento de la información					X
SUB TOTAL					12	4
TOTAL						16

Criterios de evaluación	Valoración cuantitativa	Valoración cualitativa	Opinión de aplicabilidad
	17-20	Aprobado	Válido-Aplicar
	11-16	Observado	Válido-Subsanar
	0-10	Rechazado	No válido-Replantear

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aprobado

Huánuco, 04 de Julio del 2025

Rd
Ing. Charly F. Rodríguez Ponce
FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1

Ubicación del CC. PP de Nauyan Rondos



Fotografía 2

Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080



Fotografía 3

Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080



Fotografía 4

Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080



Fotografía 5

Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080



Fotografía 6

Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080



Fotografía 7

Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080



Fotografía 8

Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080



Fotografía 9

Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080



Fotografía 10

Vivienda analizada de acuerdo a la E. 080



Fotografía 11

Estudio de mecánica de suelos C-1



Fotografía 12

Estudio de mecánica de suelos C-2



Fotografía 13

Estudio de mecánica de suelos en el



Fotografía 14

Estudio de mecánica de suelos en el laboratorio



Fotografía 15

Estudio de mecánica de suelos en el laboratorio



Fotografía 16

Firma y aceptación por parte de los dueños de las viviendas



Fotografía 17

Firma y aceptación por parte de los dueños de las viviendas



Fotografía 18

Firma y aceptación por parte de los dueños de las viviendas



Fotografía 19

Recolección de la Cabuya (Agave)



Fotografía 20

Traslado de la Cabuya (Agave)



Fotografía 21

Extracción de la fibra de la Cabuya (Agave)



Fotografía 22

Fibra de (Agave)



Fotografía 23

Traslado del adobe y demás materiales a la localidad



Fotografía 24

Construcción de la vivienda



Fotografía 25

Vivienda construida en la localidad



Fotografía 26

Proceso del corte de las fibras de Agave



Fotografía 27

Elaboración del mortero con fibras de Agave



Fotografía 28

Mortero con 0.5% de fibras de Agave



Fotografía 29

Mortero con 1.0% de fibras de Agave



Fotografía 30

Mortero con 1.5% de fibras de Agave



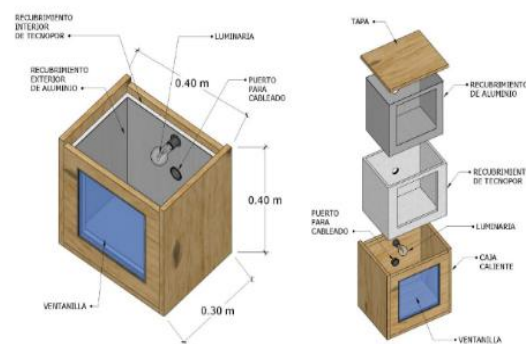
Fotografía 31

Las 9 muestras con los diferentes porcentajes



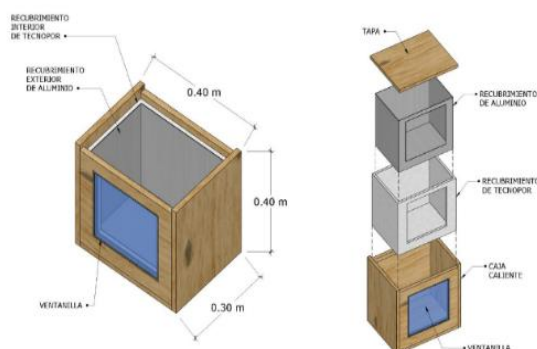
Fotografía 32

Elaboración de la Hot Box (caja caliente)- lado



Fotografía 33

Elaboración de la Hot Box (caja caliente) - lado frío



Fotografía 34

Elaboración de la Hot Box (caja caliente)



Fotografía 35

Elaboración de la Hot Box (caja caliente)



Fotografía 36

Elaboración de la Hot Box (caja caliente)



Fotografía 37

Evaluación del porcentaje más óptimo



Fotografía 38

Evaluación del porcentaje más óptimo



Fotografía 39

Elaboración de las muestras para los ensayos



Fotografía 40

Elaboración de las muestras para los ensayos



Fotografía 41

Muestras para los ensayos



Fotografía 42

Resultado del ensayo de fisuración M1-SF



Fotografía 43

Resultado del ensayo de fisuración M2-SF



Fotografía 44

Resultado del ensayo de fisuración M1-CF



Fotografía 45

Resultado del ensayo de fisuración M2-CF



Fotografía 46

Resultado del ensayo de adherencia con cinta M1-SF



Fotografía 47

Resultado del ensayo de adherencia con cinta M2-SF



Fotografía 48

Resultado del ensayo de adherencia con cinta M1-CF



Fotografía 49

Resultado del ensayo de adherencia con cinta M2-CF



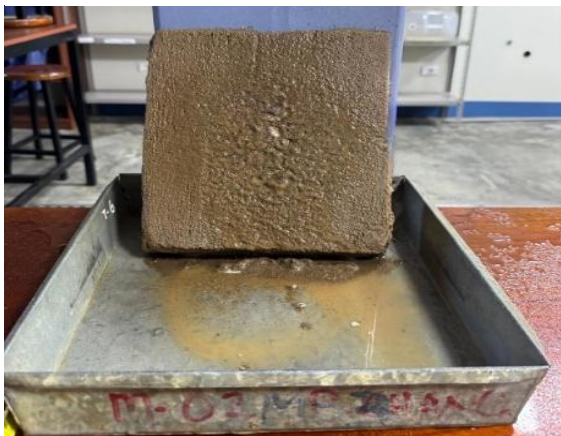
Fotografía 50

Resultado del ensayo de erosión por lluvia M1-SF



Fotografía 51

Resultado del ensayo de erosión por lluvia M2-SF



Fotografía 52

Resultado del ensayo de erosión por lluvia M1-CF



Fotografía 53

Resultado del ensayo de erosión por lluvia M2-CF



Fotografía 54

Resultado del ensayo de erosión por abrasión M1y M2-SF



Fotografía 55

Resultado del ensayo de erosión por abrasión M1y M2-CF



Fotografía 56

Resultado del ensayo de capilaridad M1, M2, M3 y M4-CF



Fotografía 57

Resultado del ensayo de capilaridad M1, M2, M3 y M4-CF



Fotografía 58

Toma de temperatura antes del tarrajeo vivienda 1



Fotografía 59

Toma de temperatura antes del tarrajeo vivienda 2



Fotografía 60

Toma de temperatura antes del tarrajeo vivienda 3



Fotografía 61

Toma de temperatura antes del tarrajeo vivienda 4



Fotografía 62

Toma de temperatura antes del tarrajeo



Fotografía 63

Corte de las fibras de Agave para el tarrajeo



Fotografía 64

Realización del mortero para el tarrajeo



Fotografía 65

Mortero con fibras de Agave en los muros de las viviendas



Fotografía 66

Revoque de los muros de la vivienda 1 con el mortero con fibras de Agave



Fotografía 67

Revoque de los muros de la vivienda con el mortero con fibras de Agave



Fotografía 68

Toma de temperatura después del tarrajeo vivienda 1



Fotografía 69

Toma de temperatura después del tarrajeo vivienda 2



Fotografía 70

Toma de temperatura después del tarrajeo vivienda 3



Fotografía 71

Toma de temperatura después del tarrajeo vivienda 4



Fotografía 72

Toma de temperatura después del tarrajeo



Figura 62

Plano de ubicación

