



CONSTANCIA

El que suscribe Mg. Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo, **JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota:

HACE CONSTAR

Que el bachiller: **MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ**, ha presentado la tesis denominada: “**INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE COMUNIDAD CAMPESINA DE RAMBRAMPATA, CHOTA**”, para la verificación de su contenido en el programa antiplagio Turnitin de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, indicando que la misma tiene un 16% de similitud, estando dentro del límite permitido (25%) establecido en acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Sin otro particular.

Colpa Matara, 03 de agosto del 2023.

Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE COMUNIDAD CAMPESINA DE RAMBRAMPATA, CHOTA

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	portaluni.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1%

9	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	rda-rsc.org Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
15	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
19	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %

20	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
21	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to unapiquitos Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to INACAP Trabajo del estudiante	<1 %
24	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
26	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
27	contextohumano.uaemex.mx Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
29	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %

31	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Bocconi University Trabajo del estudiante	<1 %
34	Ximena Lopez, Dasarella Torbisco, Jose Rodriguez, Carlos Eyzaguirre. "Benefits of Cabuya Fiber in the Mechanical Properties of Compacted Adobe", 2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC), 2019 Publicación	<1 %
35	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	1library.co Fuente de Internet	<1 %
37	editorial.inudi.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	rdu.unc.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %

41	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
42	informatica.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Unviersidad de Granada Trabajo del estudiante	<1 %
45	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
46	bibliotecadigital.udea.edu.co Fuente de Internet	<1 %
47	www.dykinson.com Fuente de Internet	<1 %
48	www.gestiopolis.com Fuente de Internet	<1 %
49	archive.org Fuente de Internet	<1 %
50	gvt.net Fuente de Internet	<1 %
51	sistema.atenaeditora.com.br Fuente de Internet	<1 %
52	www.compravirtual.com Fuente de Internet	<1 %

<1 %

53

lookformedical.com

Fuente de Internet

<1 %

54

philpapers.org

Fuente de Internet

<1 %

55

www.archdaily.mx

Fuente de Internet

<1 %

56

www.clubensayos.com

Fuente de Internet

<1 %

57

www.enduroadventures.cz

Fuente de Internet

<1 %

58

www.jaja.cl

Fuente de Internet

<1 %

59

ccdb.tau.ac.il

Fuente de Internet

<1 %

60

ciencia.lasalle.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

61

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

62

eprints.uanl.mx

Fuente de Internet

<1 %

63

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

64	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
65	orbi.uliege.be Fuente de Internet	<1 %
66	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
67	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
68	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
69	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
70	researchonline.ljmu.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
71	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
72	unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
73	www.alchimiaweb.com Fuente de Internet	<1 %
74	www.amdaranes.net Fuente de Internet	<1 %
75	www.scielo.cl Fuente de Internet	<1 %

76	www.uaa.mx Fuente de Internet	<1 %
77	burjcdigital.urjc.es Fuente de Internet	<1 %
78	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
79	inba.info Fuente de Internet	<1 %
80	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
81	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
82	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
83	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
84	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
85	rinfi.fi.mdp.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
86	riull.ull.es Fuente de Internet	<1 %
87	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

88	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
89	www.gama-peru.org Fuente de Internet	<1 %
90	www.icfes.gov.co Fuente de Internet	<1 %
91	www.neurologiacognitiva.org Fuente de Internet	<1 %
92	www.thermex.dk Fuente de Internet	<1 %
93	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
94	sedici.unlp.edu.ar Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS
ADMISIBLES DEL ADOBE COMUNIDAD CAMPESINA DE
RAMBRAMPATA, CHOTA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

Asesor: Mg. Ing. JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO

Chota – Perú

2023


**INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS
ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE COMUNIDAD
CAMPESINA DE RAMBRAMPATA, CHOTA**

POR:

MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título
de
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR




Mg. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez

PRESIDENTE



Mg. Ing. Dante Hartman Cieza León
SECRETARIO



Mg. Ing. Cristhian Saúl López Villanueva
VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del jurado de tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ, denominado: “INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE COMUNIDAD CAMPESINA DE RAMBRAMPATA, CHOTA”; escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

14 (Aprobado)

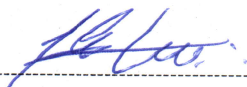
CON EL CALIFICATIVO (*)


En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutive., en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 06 setiembre del 2023


Mg. Claudia Emilia Benavidez Núñez.
PRESIDENTE


Mg. Dante Hartman Cieza León
SECRETARIO


Mg. Cristhian Saúl López Villanueva
VOCAL


Dr. Ing. José Luis Silva Tarrillo.
ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: “INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE COMUNIDAD CAMPESINA DE RAMBRAMPATA, CHOTA”, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ y sustentada el día de 06 de setiembre del 2023, por Resolución de Coordinación N°232-2023-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 24 d enero del 2024

Mg. Claudia Emilia Benavidez Núñez.
PRESIDENTE

Mg. Dante Hartman Cieza León
SECRETARIO

Mg. Cristhian Saúl López Villanueva
VOCAL

Dr. Ing. José Luis Silva Tarrillo.
ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi familia que nunca dudó en apostar por mí su apoyo incondicional fue el pilar fundamental para alcanzar lograr mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer principalmente a Dios por extraer hacia mí una gota de conocimiento desde el inmenso mar de la sabiduría.

A los pobladores de la comunidad campesina de Rambrampata, Chota, por las facilidades dadas para efectuar el estudio.

A mis padres y hermanos quienes siempre creyeron en mí siendo mi motivación y fortaleza en todo momento.

A mis profesores y amigos quienes estuvieron presentes en todo momento en el trayecto académico para alcanzar las metas propuestas y este trabajo es uno de ellos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Justificación	15
1.4. Delimitación de la investigación.....	17
1.5. Limitaciones practicas	19
1.6. Objetivos	20
1.6.1. Objetivo general.....	20
1.6.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes nacionales	24
2.1.3. Antecedentes regionales	29
2.2. Bases teórico – científicas	31
2.2.1. Comportamiento del suelo con fibra vegetal	31
2.2.2. Efecto de la fibra vegetal en la compresión del adobe	33
2.2.3. Efecto de la fibra vegetal en la flexión del adobe.....	34
2.2.4. Efecto de la fibra vegetal en la tracción del adobe	36
2.2.5. Adobe común y reforzado con fibra vegetal.....	37
2.2.6. Innovación ambiental.....	39
2.2.7. Construcción sostenible con adobe.....	40
2.3. Marco conceptual.....	43
2.3.1. Agave.....	43
2.3.2. Paja ichu.....	49
2.3.3. Fibras naturales	49

2.3.4. Suelo	51
2.3.5. Propiedades del suelo	52
2.3.6. Suelo para adobes	54
2.3.7. Adobe.....	56
2.3.8. Adobe estabilizado con fibras.....	57
2.3.9. Propiedades mecánicas del adobe.....	58
2.3.10. Esfuerzos admisibles	62
2.4. Hipótesis	63
2.5. Operacionalización de variables	64
2.5.1. Variable independiente	64
2.5.2. Variable dependiente	64
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	66
3.1. Tipo y nivel de investigación	66
3.2. Diseño de investigación	66
3.3. Métodos de investigación.....	67
3.4. Población, muestra y muestreo	69
3.4.1. Población	69
3.4.2. Muestra	69
3.4.3. Muestreo	70
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	71
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	71
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	71
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	72
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	72
3.6.2. Procesamiento de datos.....	83
3.6.3. Análisis de datos	84
3.7. Aspectos éticos	84
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	85
4.1. Descripción de resultados.....	85
4.1.1. Clasificación del suelo para adobes	85

4.1.2. Resistencia a compresión del adobe	89
4.1.3. Resistencia a flexión del adobe.....	93
4.1.4. Resistencia a tracción del adobe	97
4.1.5. Dosificación adecuada de fibras de agave en el adobe.....	101
4.1.6. Resistencia en mampostería de adobe	103
4.1.7. Comparación técnica del adobe convencional y con fibras de agave.....	105
4.2. Discusión de resultados.....	109
4.3. Contratación de hipótesis.....	118
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
5.1. Conclusiones	126
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	128
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
CAPÍTULO VII. ANEXOS	136
Anexo A. Matriz de consistencia.....	136
Anexo B. Panel fotográfico	137
Anexo C. Análisis de costos unitarios	145
Anexo D. Datos para análisis estadístico.....	150
Anexo E. Resultado de ensayos de laboratorio	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Taxonomía del Agave	44
Tabla 2	Propiedades de la Paja.....	49
Tabla 3	Fracciones de Tamaño de Partículas	51
Tabla 4	Norma E.080 para Adobes	63
Tabla 5.	Norma UNE 41410 para BTC.....	63
Tabla 6	Matriz de Operacionalización de Variables	65
Tabla 7	Tipo de Investigación	66
Tabla 8	Número de Especímenes de Adobe con Fibras de Agave.....	69
Tabla 9	Número de Especímenes de Mampostería	70
Tabla 10	Resumen de Diseño Muestral.....	70
Tabla 11	Fuentes, Técnicas e Instrumentos.....	72
Tabla 12	Codificación de los Adobes.....	78
Tabla 13	Materiales para Elaboración de Adobes.....	79
Tabla 14	Propiedades del Suelo para Adobes, Rambrampata.....	86
Tabla 15	Resistencia a Compresión del Adobe con Fibras de Agave	89
Tabla 16	Resistencia a Flexión del Adobe con Fibras de Agave	93
Tabla 17	Resistencia a Tracción del Adobe con Fibras de Agave	97
Tabla 18	Peso de la Unidad de Adobe	101
Tabla 19	Esfuerzos Admisibles en Unidad de Adobe	102
Tabla 20	Resistencia a Compresión en Muretes de Adobe	103
Tabla 21	Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe.....	104
Tabla 22	Esfuerzos Admisibles del Adobe con Fibras de Agave	106
Tabla 23	Costo de Producción del Adobe con Fibras de Agave	106
Tabla 24	Datos de Esfuerzo a Compresión Deformación del Adobe sin Fibra de Agave.....	107
Tabla 25	Datos de Esfuerzo a Compresión Deformación del Adobe con 1.5% de Fibra de Agave	108
Tabla 26	Características Técnicas de los Adobes Reforzados con Fibras de Agave.....	118
Tabla 27	Prueba de Hipótesis de Resistencia a Compresión de Adobes en Unidad	121
Tabla 28	Prueba de Hipótesis de Resistencia a Flexión de Adobes	122
Tabla 29	Prueba de Hipótesis de Resistencia a Tracción de Adobes	122
Tabla 30	Prueba de Hipótesis de Resistencia a Compresión en Muretes de Adobe.....	123
Tabla 31	Prueba de Hipótesis de Resistencia al Corte Diagonal en Muretes de Adobe	123
Tabla 32	Correlaciones de Pearson, para Adobe con Fibras de Agave.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Categoría de Forma de Refuerzo del Suelo con Fibra	31
Figura 2	Distribución Aleatoria de la Fibra en el Suelo.....	32
Figura 3	Teoría de la Innovación Ambiental	39
Figura 4	Morfología del Agave.....	45
Figura 5	Agave Americana L.....	46
Figura 6	Agave amanensis Trel. &Novell. Bull.....	47
Figura 7	Agave angustifolia Haw, Syn. pl. succ.	48
Figura 8	Carta de Plasticidad	53
Figura 9	Huso del Suelo para Adobes.....	55
Figura 10	Diagrama Plástico del Suelo para BTC	55
Figura 11	Criterios para Dimensiones del Adobe	56
Figura 12	Proceso de Fabricación de Adobes	56
Figura 13	Unidad de Ensayo a Compresión.....	58
Figura 14	Ensayo de Tracción Indirecta	59
Figura 15	Esquema del Ensayo a Flexión	59
Figura 16	Ensayo de Compresión en Muros de Adobe.....	60
Figura 17	Ensayo de Compresión Diagonal en Muros de Adobe	60
Figura 18	Prueba del Mortero a Tracción	61
Figura 19	Esquema del Diseño Descriptivo Correlacional	68
Figura 20	Especímenes de Ensayo de Adobe.....	70
Figura 21	Ubicación de la Comunidad de Rambrampata.....	73
Figura 22	Plantaciones de ichu (paja), Rambrampata.....	74
Figura 23	Cultivos de Agave, Rambrampata	75
Figura 24	Corte de las Hojas de Agave, Rambrampata	76
Figura 25	Proceso de Elaboración de Adobes en Rambrampata.....	80
Figura 26	Ensayos Mecánicos en Adobe	81
Figura 27	Ensayo de Compresión en Mampostería	82
Figura 28	Ensayo de Corte Diagonal en Mampostería	83
Figura 29	Huso Granulométrico del Suelo para Adobes, Rambrampata	86
Figura 30	Curva de Fluidez del Suelo para Adobes, Rambrampata	87
Figura 31	Huso de Plasticidad del Suelo para Adobes, Rambrampata	87
Figura 32	Clasificación del Suelo para Adobes, Rambrampata.....	88
Figura 33	Compresión del Adobe con 0% de Fibras de Agave	90
Figura 34	Compresión del Adobe con 0.5% de Fibras de Agave	90

Figura 35	Compresión del Adobe con 0.75% de Fibras de Agave	91
Figura 36	Compresión del Adobe con 1% de Fibras de Agave	91
Figura 37	Compresión del Adobe con 1.25% de Fibras de Agave	92
Figura 38	Compresión del Adobe con 1.5% de Fibras de Agave	92
Figura 39	Flexión del Adobe con 0% Fibras de Agave	94
Figura 40	Flexión del Adobe con 0.5% Fibras de Agave	94
Figura 41	Flexión del Adobe con 0.75% Fibras de Agave	95
Figura 42	Flexión del Adobe con 1% Fibras de Agave	95
Figura 43	Flexión del Adobe con 1.25% Fibras de Agave	96
Figura 44	Flexión del Adobe con 1.5% Fibras de Agave	96
Figura 45	Tracción del Adobe con 0% Fibras de Agave	98
Figura 46	Tracción del Adobe con 0.5% Fibras de Agave	98
Figura 47	Tracción del Adobe con 0.75% Fibras de Agave	99
Figura 48	Tracción del Adobe con 1% Fibras de Agave	99
Figura 49	Tracción del Adobe con 1.25% Fibras de Agave	100
Figura 50	Tracción del Adobe con 1.5% Fibras de Agave	100
Figura 51	Variación de los Esfuerzos Admisibles en Unidad de Adobe según	102
Figura 52	Resistencia en Muretes de Adobe	104
Figura 53	Gráfica de Esfuerzo a Compresión Deformación del Adobe sin Fibra de Agave ..	107
Figura 54	Gráfica de Esfuerzo a Compresión Deformación del Adobe con 1.5% de Fibra de Agave	108
Figura 55	Materiales Usados en la Elaboración de Adobes	111
Figura 56	Normalidad para Resistencia a Compresión de Adobes	119
Figura 57	Normalidad para Resistencia a Flexión de Adobes	120
Figura 58	Normalidad para Resistencia a Tracción de Adobes	120
Figura 59	Regresión para Compresión en Adobes con Fibras de Agave	124
Figura 60	Regresión para Flexión en Adobes con Fibras de Agave	125
Figura 61	Regresión para Tracción en Adobes con Fibras de Agave	125

RESUMEN

En el año 2017, el 49.5% de las viviendas en el distrito de Chota estaban construidas con adobe, aunque este tipo de construcción no es seguro en términos de resistencia sísmica en comparación con otros sistemas de construcción. Por esta razón, el objetivo de esta investigación fue analizar la influencia de la fibra de agave en los esfuerzos admisibles del adobe elaborado en la comunidad de Rambrampata, Chota. Para esto, se utilizó suelo limoso de alta plasticidad del lugar, 3% de paja y diferentes porcentajes de fibra de agave (0%, 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25% y 1.50% del peso seco del suelo) para crear 108 unidades de adobe que fueron sometidas a pruebas de compresión, tracción y flexión. Los resultados mostraron que a medida que se aumentaba el porcentaje de fibra de agave, se observaba un incremento en la resistencia mecánica del adobe. A pesar de esto, todas las unidades de mampostería, independientemente del porcentaje de fibra de agave utilizado, cumplían con la norma E.080 (MVCS, 2017). Sin embargo, solo el adobe con un 1.5% de fibra de agave superaba el esfuerzo admisible mínimo exigido en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) para un BTC tipo 3, con una resistencia de 30.13 kg/cm², mientras que el adobe convencional solo alcanzaba los 25 kg/cm². Tanto los muretes sin fibra de agave como los que contenían un 1.5% de fibra de agave tuvieron resistencias a la compresión de 8.15 y 9.04 kg/cm², respectivamente, y resistencias a la compresión diagonal de 0.39 y 0.49 kg/cm², respectivamente, cumpliendo así con las normativas. En conclusión, se puede determinar que el adobe con fibras de agave presenta mejores características mecánicas para su uso en construcciones rústicas en Rambrampata, con un incremento del costo de tan solo 0.007 soles por unidad de adobe.

Palabras clave: Adobe, fibras de agave, Flexión, tracción, compresión, muretes, esfuerzos admisibles.

ABSTRACT

In 2017, 49.5% of the houses in the district of Chota were built with adobe, although this type of construction is not safe in terms of seismic resistance compared to other construction systems. For this reason, the objective of this research was to analyze the influence of agave fiber on the allowable stresses of adobe made in the community of Rambrampata, Chota. For this purpose, high plasticity silty soil from the site, 3% straw and different percentages of agave fiber (0%, 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25% and 1.50% of the dry weight of the soil) were used to create 108 adobe units that were subjected to compression, tensile and flexural tests. The results showed that as the percentage of agave fiber increased, an increase in the mechanical strength of the adobe was observed. Despite this, all masonry units, regardless of the percentage of agave fiber used, complied with the E.080 standard (MVCS, 2017). However, only the adobe with 1.5% agave fiber exceeded the minimum allowable stress required in the UNE 41410 standard (AENOR, 2008) for a type 3 BTC, with a strength of 30.13 kg/cm², while the conventional adobe only reached 25 kg/cm². Both the walls without agave fiber and those containing 1.5% agave fiber had compressive strengths of 8.15 and 9.04 kg/cm², respectively, and diagonal compressive strengths of 0.39 and 0.49 kg/cm², respectively, thus complying with the regulations. In conclusion, it can be determined that the adobe with agave fibers has better mechanical characteristics for use in rustic constructions in Rambrampata, with an increase in cost of only 0.007 soles per adobe unit.

Key words: Adobe, agave fibers, bending, tension, compression, walls, allowable stresses.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Desde que el hombre construye la tierra ha sido y sigue siendo uno de los principales materiales de construcción (Saidi et al., 2018). El adobe es el material más usado en los asentamientos rurales de muchos países del mundo, debido a su proximidad, abundancia, bajo costo y fácil preparación (López et al., 2019). Este material ha acompañado las aventuras de la sociedad desde sus formas más primitivas y humildes hasta la actualidad, donde desempeña un papel ecológico alternativo (Ruiz y Juan, 2022).

Para Cuitiño-Rosales et al. (2020) construir con tierra es más sustentable, pero para López et al. (2019) la principal desventaja de los adobes es su baja resistencia a compresión y flexión, por ello, durante los últimos años muchos investigadores como, Nitcheu et al. (2018), Kazmi et al. (2018) y Laborel-Préneron et al. (2018) han adicionado diversos tipos de fibras naturales en la producción del adobe con la finalidad de aumentar su desempeño mecánico verificando que, la fibra de agave es un recurso natural que, puede ser utilizado para aumentar la capacidad mecánica del adobe.

El agave denominado “penca”, “cabuya” o “maguey” es una planta cosechada, pero que, se reproduce asexualmente y se multiplica por viviparías; nativa del continente americano específicamente de México, pero en Perú se le discurre habitado debido a que su presencia data del período prehispánico (Venero, 2006). Con más de 100 formas de aprovechamiento entre sus hojas, tallo, raíz, flores y frutos (Barrientos et al., 2019), actualmente algunos autores como, López et al. (2019) y Ruiz y Juan (2022) han sugerido su uso en la construcción

como estabilizante de adobes a partir de la obtención de fibras de las hojas y tallo; sin embargo, para ello se debe consignar información necesaria sobre el desempeño mecánico de los adobes elaborados con el aditamento de fibras de agave, ya que cada suelo tiene características particulares que generarán una variación en los resultados y esta variación contribuye a la generación de conocimiento científico sobre el adobe con fibras vegetales de agave.

En 2017 en el país 2 148 494 viviendas eran de adobe (27.90%), siendo el Departamento de Cajamarca la tercera región con mayor número de construcciones a base de adobe o tapial con 264 310 viviendas (70.3%), dando un incremento anual de 1 473 viviendas, es decir el número de construcciones de adobe se ha incrementado desde el 2007 al 2017 con una tasa anual de 0.6% (INEI, 2018), lo que, demuestra que la construcción de tierra ha sido revalorizada y sigue siendo uno de los métodos constructivos más usados por las comunidades campesinas.

En el 2017, en el distrito de Chota el 49.5% de las casas eran de adobe (INEI, 2018), no obstante, las construcciones de tapial y/o a base de tierra distan mucho en lo que a seguridad sísmica se refiere de los sistemas de construcción planificada sea cual sea su tipo: aporricadas, albañilería armada, albañilería confinada, etc.; pero a pesar de ello siguen siendo utilizadas casi en su totalidad por los pobladores de las comunidades campesinas, quienes construyen con los recursos que están a su alcance. De allí la importancia de mejorar la capacidad mecánica del adobe para que cumpla la norma E.080 (MVCS, 2017).

La comunidad campesina Rambrampata se sitúa a 35 minutos de la capital de distrito de Chota en su extensión se pueden distinguir 130 viviendas (> 80%) de material rústico con adobes o tapial (INEI, 2015). Los adobes elaborados en

Rambrampata tienen como materias primas al suelo del lugar, agua potable y paja o ichu, no obstante, las unidades de mampostería después del proceso de secado evidencian rajaduras, fisuras y quiebres en los márgenes y centro de las caras del adobe, por lo que, no se puede asegurar su resistencia mecánica.

Siendo así, al agregar fibra de agave al adobe en Rambrampata, (considerando que, en el lugar abundan las pencas sin necesidad de que éstas sean sembradas debido a su reproducción asexual y reproducción embrionaria, ya que las semillas germinan en el fruto y son brotes independientes cuando caen al suelo) se puede mejorar la distribución de esfuerzos en la masa del suelo lo que a la vez puede incrementar la capacidad resistente del mismo para cumplir con los lineamientos de las normas nacionales (E.080) e internacionales (UNE 41410).

Por tanto, el fin de la investigación se ha enfocado a utilizar las fibras de agave para producir adobes que cumplan con la resistencia mecánica o esfuerzos admisibles de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) y E.080 (MVCS, 2017) para su uso en las construcciones de la comunidad de Rambrampata.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la fibra de agave en los esfuerzos admisibles del adobe de la comunidad campesina de Rambrampata, Chota?

1.3. Justificación

El análisis del adobe con fibras de agave es un tema de investigación cada vez más relevante en la arquitectura sostenible, ya que esta técnica puede mejorar su capacidad mecánica. El adobe es muy utilizado en muchas regiones del país, sobre todo en Rambrampata - Chota donde más del 80% de las viviendas son de adobe (INEI, 2015), pero el problema del adobe es su vulnerabilidad ante las

inclemencias del clima y desastres naturales como; lluvias intensas, terremotos y vientos fuertes.

Las fibras de agave son una posible solución para aumentar la capacidad mecánica del adobe. La adición de fibras de agave al adobe puede acrecentar su resistencia a la tracción, flexión y fractura, mejorando su capacidad para soportar cargas y absorber energía, pero su comportamiento mecánico puede variar según la dosificación de fibras de agave que se coloque a la mezcla y según las características del suelo que se utilice en la producción del adobe, de allí, el interés de analizar científicamente como estas características genera variaciones en el producto final “adobe”.

Por otro lado, el análisis del adobe con fibras de agave representa un potencial avance en la construcción sostenible, brindando soluciones a los desafíos ambientales y socioeconómicos que enfrentan muchas regiones del mundo. Esta técnica puede aumentar la firmeza y estabilidad del adobe, promoviendo la utilización de materiales renovables y reduciendo la huella ambiental de la construcción.

Siendo así, con la investigación se ha obtenido la información pertinente sobre la caracterización mecánica (resistencia a compresión, flexión y tracción) para entender el comportamiento del suelo reforzado con fibra vegetal natural, por lo que, se ha llenado el vacío del conocimiento referente a las resistencias mecánicas del adobe convencional de Rambrampata-Chota, en contraste con el adobe con fibras de agave. Su desarrollo se ha apoyado en la teoría del suelo reforzado con fibra vegetal, en la teoría de materiales compuestos y en las normas técnicas peruanas (E.080) e internacionales (UNE 41410).

Por tanto, la investigación ha aportado al conocimiento científico sobre el refuerzo natural del adobe con fibras vegetales, debido a que, si bien existen múltiples estudios en fibras vegetales (Ouedraogo et al., 2019, Babé et al., 2020, Ali et al., 2020), todas difieren en sus conclusiones, debido a que, cada fibra vegetal presenta características únicas (según forma, espesor, longitud, tipo de fibra) que, llevan a que su comportamiento dentro de la masa de suelo difiera, haciendo necesario realizar estudios como el realizado para verificar la firmeza de los adobes con fibras vegetales de agave.

Institucionalmente, la universidad busca generar investigaciones en beneficio de la población y es por ello que el estudio de los esfuerzos admisibles del adobe con fibra de agave corrobora los fines universitarios y además contribuye a que, la población chotana cuente con información pertinente para comprender la firmeza de los adobes con fibras de agave.

Finalmente, el estudio es original, en la localidad no hay estudios del adobe convencional y estabilizado con fibra de agave, por tanto resuelve el problema de la ausencia de información del adobe sin y con fibras de agave, siendo conveniente y trascendente, beneficiando a los habitantes de la comunidad de Rambrampata porque brinda conocimientos sobre la dosificación de fibra de agave que se debe usar para producir adobes reforzados que cumplan con la normatividad nacional (MVCS, 2007) e internacional (AENOR, 2008) logrando mayor seguridad frente a un evento sísmico.

1.4. Delimitación de la investigación

La investigación se dio durante el transcurso del año 2022 en la comunidad de Rambrampata en las coordenadas UTM WGS84 17S 763046.24 m E, 9276854.81 m S, a 2782.50 msnm, en el distrito de Chota.

Científicamente se realizó para obtener conocimiento teórico del desempeño mecánico de los adobes con fibras de agave, verificando la influencia de las fibras en el adobe, a fin de compararlo con los adobes convencionales elaborados con paja en la comunidad de Rambrampata, Chota.

Metodológicamente, se ha utilizado el enfoque cuantitativo de tipo aplicado, nivel correlacional, donde como muestra se han elaborado 108 unidades de adobe con suelo del terreno natural de la cantera de la misma denominación, agua potable, 3% de paja y fibras de agave al 0.0%, 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% del peso del suelo seco. Siendo las técnicas aplicadas: la observación, los ensayos de laboratorio, el análisis y la comparación, con sus respectivos instrumentos cuaderno de campo, formatos de ensayos de laboratorio, matriz de análisis y matriz de comparación.

En cuanto al proceso técnico, inicialmente, se ha determinado las propiedades del suelo tomado a 1.50 m de profundidad (calicata excavada haciendo uso de herramientas manuales como palas, picos, etc.) en la cantera Rambrampata, para verificar su gradación, plasticidad, peso específico y absorción de la muestra cubica plastificada llevada al laboratorio GSE de Chota. Luego, se han conseguido las fibras de agave por medio del corte de las hojas de la penca utilizando herramientas de corte como cutters, deshilachado en fibras y secado por 1 semana al aire libre, para asegurar que no presenten humedad, con una longitud de 10 a 50 mm y espesor medio de 3 mm. Se han elaborado unidades de mampostería convencionales con la dosificación de suelo: paja (3% en peso del suelo), dada por el propietario de la cantera Rambrampata, quien se encarga de la fabricación de los adobes para las construcciones del lugar, mientras que, para los adobes estabilizados se ha usado suelo, agua, 3% de paja y fibras de agave

al 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% del peso seco del suelo, para su elaboración se utilizaron adoberas prefabricadas de madera las cuales fueron cubiertas por aceite quemado para evitar que las unidades se adhirieran, así mismo, se utilizaron herramientas manuales como palanas, baldes, una balanza de aproximación 0.01 gr, espátulas para pesar, mezclar y colocar la mezcla en la adobera formando los adobes que fueron dejadas secar al aire libre en un ambiente techado. Los adobes en unidad han sido analizados a compresión (cubos de 10 cm), flexión (adobes de 40 x 40 x 10 cm) y tracción en unidad (cilindros de adobe de 6"x12") utilizando la máquina de ensayo uniaxial PERUTEST STYE-2000. En mampostería se han elaborado pilas y muretes de adobe con la dosificación convencional (adobes sin fibras de agave con 3% de paja) y con la dosificación estabilizada con fibras de agave, que haya dado las mejores características mecánicas en unidad, contrastando los resultados con la norma nacional E.080 (MVCS, 2017) e internacional UNE 41410 (AENOR, 2008).

Los resultados alcanzados son las propiedades del suelo limoso de alta plasticidad de la comunidad de Rambrampata, la resistencia a compresión, flexión y tracción de los adobes con la incorporación de fibras de agave, la verificación de la dosificación más adecuada en base a su capacidad mecánica, para su contraste con la normatividad a la vez que, se comparan técnicamente los adobes convencionales con los adobes con fibras de agave.

1.5. Limitaciones prácticas

Se ha usado el suelo de la comunidad de Rambrampata aun cuando este no presenta la dosificación de finos (arcilla-limo) y arena que, detalla la norma E.080 ya que, los moradores usan esta materia prima sin más modificaciones que, el retirado de algunas pequeñas piedras (grava) que, encuentren en el suelo al

momento de realizar la mezcla y en el estudio se están simulando las condiciones reales en las que, los comuneros elaboran sus unidades de mampostería (adobes), por lo que, además el adobe patrón se ha analizado con la dosificación dada por los moradores de la comunidad de Rambrampata con suelo, paja y agua.

No se han realizado análisis químicos al suelo debido a que, dichos ensayos no están disponibles a nivel local, ni en el laboratorio de la UNACH, ni en la provincia de Chota. Así mismo, estos ensayos de caracterización química del suelo son estudios bastante caros que no han podido ser asumidos como parte de la investigación científica.

Los adobes estabilizados se componen de suelo, 3% de paja, agua, y fibras de agave, no se ha utilizado solamente el material en estudio (fibras de agave) en su composición, a fin de que, su influencia en los esfuerzos admisibles sea medido respecto al adobe tradicional.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Analizar la influencia de la fibra de agave en los esfuerzos admisibles del adobe, en Rambrampata, Chota.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Clasificar el suelo de la comunidad de Rambrampata a utilizar en la elaboración de adobes, para verificar si cumple con las proporciones dadas en la norma E.080 (MVCS, 2017).
- b) Determinar la influencia de la fibra de agave en la resistencia a compresión de los adobes de la comunidad de Rambrampata.
- c) Determinar la influencia de la fibra de agave en la resistencia a flexión de los adobes de la comunidad de Rambrampata.

- d) Determinar la influencia de la fibra de agave en la resistencia a tracción de los adobes de la comunidad de Rambrampata.
- e) Identificar la cantidad óptima de fibra de agave, que permita producir adobes reforzados que, cumplan con la norma E.080 (MVCS, 2017).
- f) Determinar la resistencia en albañilería del adobe con fibra de agave según la norma E.080 (MVCS, 2017).
- g) Comparar técnicamente el adobe convencional con paja y el adobe con fibras de agave, para edificaciones en la comunidad de Rambrampata.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Ruiz y Juan (2022) en México, tuvieron como objetivo elaborar adobes de 40 x 20 x 14 cm, con la mezcla de suelo del entorno de la fábrica “La Perla del Cascomite” de proporción 25% de finos y 75% de arena en Santa María la Asunción, Zumpahuacán, México, adicionando fibras de agave angustifolia de 25 mm a 2000 mm de longitud y/o residuos de bagazo. En la investigación de enfoque cuantitativo realizaron ensayos mecánicos a los adobes, los cuales lo presentaron en los formatos respectivos, llegando a determinar que, alcanzan resistencias a compresión de 33.01 kg/cm² (adobes tradicionales), 44.47 kg/cm² (adobes con residuos de bagazo), 33.41 kg/cm² (adobes con fibras de agave) y 41.52 kg/cm² (adobes con residuos de bagazo y fibras de agave) con un peso en seco de 18.20 kg, 17.20 kg, 18.10 kg y 17.40 kg, respectivamente. Por tanto, al utilizar el mismo tipo de fibras que, el analizado en el presente estudio ha servido de referente teórico y metodológico para la producción de adobes, pero a la vez, los resultados alcanzados se han contrastado.

Jerónimo-Vargas et al. (2022) en México, tuvieron como objetivo fabricar adobes de 30x30x15 cm, para viviendas rurales en el estado de Guerrero. En la investigación de enfoque cuantitativo usaron la proporción de 1.5 de suelo y 8.37 de cenicilla, con 0.25% de fibras de maguey, fibra de coco y paja, determinando como resultados que, la resistencia a compresión era 14.77, 14.00 y 14.70 MPa; así mismo, todas las unidades tienen absorción menor a 21%, sin defectos o con defectos aceptables en el acabado. Por lo que, concluyeron que las tres propuestas

cumplen con la Norma Mexicana SCT N-CMT-2-02-002/02 que, solicita como mínimo 8 MPa de resistencia a compresión. Siendo así, la investigación ha demostrado que, la masa de adobe reforzado es segura, económica, térmica y se adapta al entorno.

Babé et al. (2021) en Nigeria, tuvieron como fin analizar la influencia de las fibras de neem (*azadirachta indica*) en los adobes. En la investigación de enfoque cuantitativo utilizaron suelo de la localidad de Yagoua con LL 36%, IP 14%, arcilla 24.91%, limo 12.85%, y arena 61%, con adición de neem al 0, 1, 2, 3 y 4% del peso con longitudes de 2 a 6 mm y una cantidad de agua del 22% del peso seco de la tierra para elaborar adobes. Determinaron como resultados que, la resistencia a compresión que obtuvieron fueron 4.69, 6.23, 6.35, 6.1 y 5.85 MPa para las adiciones de 0, 1, 2, 3 y 4% de paja de neem y 4.69, 5.44, 5.59, 4.27 y 4.09 MPa para 0, 1, 2, 3 y 4% de adiciones de hojas de neem en el suelo, por otro lado, el aditamiento de neem comienza disminuyendo la firmeza a la flexión (1% de adición), luego aumenta a 0.11 MPa antes de estabilizarse en 0.10 MPa para las adiciones de 3 y 4%. Por lo que, concluyeron que los adobes con una resistencia a la compresión entre 2 y 4 MPa podrían usarse en muros que no sean de carga y aquellos con una resistencia superior a 4 MPa se pueden usar para un muro de carga, siendo así, las mejores composiciones corresponden a mezclas de 2% de fibras de neem. El aporte del estudio es el contraste de otro tipo de fibra vegetal de otro continente con el utilizado en el continente americano.

Turco et al. (2021) en EE.UU, tuvieron por fin realizar una revisión bibliográfica sobre la optimización de bloques de tierra comprimida utilizando materiales de origen natural; para ello, en la investigación de enfoque cualitativo, seleccionaron 45 artículos científicos en los que, utilizasen fibras, polvos o

cenizas de origen natural para producir adobes de suelo sin cocer, determinando que, los adobes con fibras presentan mejores características físicas, térmicas, mecánicas y de durabilidad, siendo la fibra de cabuya uno de los recursos poco analizados, pero con prometedores efectos en el adobe. El aporte de la investigación va al conocimiento teórico de los diferentes tipos de fibras vegetales que, en la actualidad se están utilizando para mejorar el adobe.

López et al. (2019) en España, tuvieron por fin analizar los beneficios de la fibra de cabuya en el adobe compactado, para ello, en la investigación de enfoque cuantitativo, adicionaron 1.75% de fibras de cabuya según el peso del suelo para elaborar adobes por compactación determinando como resultados que, su resistencia a compresión aumenta en 40% y la resistencia a flexión en 12% cumpliendo con la norma UNE 41410 para BTC 3. Los resultados alcanzados por esta investigación se han comparado con los encontrados en el presente estudio sirviendo como un medio de comparación, pero también, de lineamiento estándar al utilizar normas internacionales para el contraste de la capacidad mecánica del adobe.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Castillo (2022) en Ica, tuvo por fin elaborar adobes con suelo (0.21% de grava 39.31% de arcillas y limos, y 60.48% de arena con LL e IP de 31% y 19% siendo, arcilla arenosa) y 0, 0.25, 0.5, 0.75 y 1% de fibra de junco para viviendas unifamiliares en Ica, determinando que, alcanzan resistencias a compresión de 14.21, 20.18, 15.69, 13.91 y 11.00 kg/cm², a flexión de 8.1, 9.1, 8.4, 4.8 y 4.4 kg/cm², a tracción de 1.20, 1.25, 1.21, 1.09 y 1.19 kg/cm², a murete a compresión de 15.42, 19.23, 17.11, 14.33 y 13.09 kg/cm², a corte diagonal de 0.28, 0.35, 0.23, 0.18 y 0.12 kg/cm². Ultimó que, los adobes con 0.25% de fibra de junco cumplen

con la norma E.080, para su uso en muros de mampostería. El aporte significativo data en los resultados que, han sido contrastados para verificar la capacidad mecánica del adobe al adicionar distintos tipos de fibra vegetal.

Tisnado (2022) en Puno, tuvo como objetivo fabricar adobes con 0, 0.5, 0.75 y 1% de fibra de cabuya para muros de albañilería, utilizando el enfoque cuantitativo teniendo como técnica a los ensayos de laboratorio e instrumentos a los formatos de ensayos mecánicos, los cuales al procesar, alcanzó determinando como resultados que, los adobes alcanzaban resistencias a compresión de 18.30, 20.27, 22.56 y 24.29 kg/cm², a flexión de 4.66, 6.02, 7.62 y 10.09 kg/cm², a compresión axial en pilas de 7.66, 7.49, 8.53 y 6.15 kg/cm², a corte diagonal en muretes de 0.17, 0.27, 0.34 y 0.30 kg/cm². Por lo que, ultimó que, el 1% de fibra de cabuya mejora la resistencia del adobe. El aporte es como medio de comparación, pero también, como guía metodológica debido a que, prácticamente han utilizado el mismo tipo de fibra vegetal, no obstante, al pertenecer las mismas a dos localidades con climas distintos ha permitido comparar que fibra de cabuya logra mayor capacidad mecánica a fin de analizar el porqué, de la diferencia o similitud alcanzada.

Cruz y Palomino (2022) en Ayacucho, tuvo como objetivo utilizar fibras de cabuya (C) y paja de quinua (Q) de la localidad de Casaorcco para elaborar adobes con mezclas de 0.25, 0.50, 0.75% C y 0.25, 0.50, 0.75% Q. Utilizaron el enfoque cuantitativo y realizaron pruebas en laboratorio comprobando que, la mayor firmeza a compresión, flexión, pilas y muretes de adobes se ha obtenido con 0.25%Q+0.25%C, siendo 12.28, 6.92, 8.02 y 1.65 kg/cm², respectivamente. El aporte es la evidencia de que, el uso de fibras vegetales aumenta notablemente

la firmeza mecánica de los adobes, pero con tendencia negativa de la conductividad térmica.

Correa y Puican (2021) en Lambayeque, tuvieron como objetivo elaborar adobes de 40x20x10 cm con 60% de arcilla-limo y 40% de arena de la cantera Sacalagua en la ciudad de Ferreñafe, adicionando 2, 4 y 6% de polímero reciclado PET y 0, 1, 1.25, 1.5% de fibras de cabuya, utilizaron la metodología de enfoque cuantitativo realizando ensayos de laboratorio conforme a la normatividad nacional con lo que, determinaron que, los adobes alcanzaban resistencias a compresión 16.25, 16.95, 16.87 y 13.17 kg/cm²; a flexión de 8.57, 10.29, 10.33 y 12.42 kg/cm², a pilas de 16.50, 15.65, 21.04 y 19 kg/cm², a compresión diagonal 0.33, 0.90, 1.21 y 1.51 kg/cm². Concluyeron que, con 1.25% de agave alcanzan resistencias mecánicas más altas. El análisis no solo determina las resistencias mecánicas, sino que, también se preocupa por encontrar una dosificación adecuada de aditamento de fibras vegetales en el adobe, siendo este el principio de uno de los objetivos específicos en la presente, por lo que, han servido de medio metodológico.

Pérez y Vásquez (2021) en Lambayeque, tuvieron como objetivo utilizar el adobe convencional con fibras de plátano y con fibras de cabuya para verificar la capacidad mecánica en muros de adobe en Kañaris, para ello utilizaron la metodología del enfoque cuantitativo siguiendo un proceso ordenado regido por las normas técnicas nacionales, determinando que, la resistencia en pilas era 9.68, 10.47 y 10.24 kg/cm² y la resistencia en muretes era 0.83, 0.85 y 0.96 kg/cm², respectivamente, por lo que, ultimaron que al utilizar fibras de cabuya se alcanzan mayores resistencias al corte diagonal con un incremento del 15.66% respecto al adobe común, mientras que, con fibras de plátano el aumento es 14.46%, en pilas

las fibras de plátano logran un aumento de 8.16%, en cambio, los adobes con malla de fibra de cabuya solo 5.78%. Este análisis aporta conocimiento teórico y práctico para la comparación de uno de los objetivos específicos siendo, el análisis de los adobes en muretes.

Tapia (2021) en Ancash, tuvo como objetivo elaborar adobes con proporciones de arcilla-limo (40 a 44%) arena gruesa (14 a 24%) con 34% de agua, y 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de fibra de maguey de Llacllín. Utilizó la metodología del enfoque cuantitativo para ello realizó ensayos de mecánica de materiales en el adobe, determinando como resultados que, los adobes alcanzaban resistencias a compresión de 12.85, 10.02, 13.96, 15.03 y 15.24 kg/cm². Concluyó que, la incorporación de arena gruesa y fibras de maguey incide positivamente en el adobe mejorando sus características mecánicas y físicas. Siendo un aporte para el cotejo del adobe mejorado con componentes granulares (suelo arenoso) y fibras, versus el adobe del estudio donde solo se ha utilizado fibras vegetales para mejorar el adobe.

López y Torbisco (2020) en Apurimac, tuvieron como objetivo utilizar 0%, 1.5%, 1.75%, 2% y 2.5% fibra de cabuya para mejorar la resistencia del adobe en Abancay, utilizaron la metodología de enfoque cuantitativo, siendo la técnica el análisis de laboratorio en el que, se realizaron pruebas mecánicas, determinando que, la resistencia a compresión era 8.05, 9.03, 9.47, 9.57 y 8.95 kg/cm² para el adobe tradicional con diferentes porcentajes de fibra de cabuya, pero al utilizar la dosificación correcta de suelo según norma E.080, la resistencia a compresión del adobe sin cabuya es 8.87 kg/cm² y con cabuya al 1.75% es 12.48 kg/cm², a flexión con 0% y 1.75% es 2.91 y 3.27 kg/cm², con un costo por m³ de 120.61 y 124.75 soles. El aporte va enfocado a uno de los objetivos específicos, siendo la

comparación técnica, ya que, permite comparar no solo datos de la capacidad mecánica, sino que, también de los costos alcanzados.

Condori y Solano (2019) en Huancavelica tuvieron como objetivo utilizar 0, 8, 16 y 33% de fibra de maguey respecto al volumen del suelo procedente de la localidad de Lirio, utilizaron la metodología del enfoque cuantitativo, por medio de pruebas a los adobes elaborados determinando que, la resistencia a compresión era 11.34, 29.95, 38.36 y 46.54 kg/cm², y a tracción era 2.90, 7.47, 8.41 y 11.87 kg/cm². Con 33% de fibra se logra la máxima resistencia a compresión y tracción con la menor absorción (24.57%), sin embargo, esta es superior a la absorción dada en la norma E.70 (22%), no obstante, cumple y supera los lineamientos dados en la norma E.080, por lo que, concluyeron que la fibra de agave mejora las características del adobe. El aporte es a la comparación de las características mecánicas del adobe utilizando el mismo compuesto adicionante pero en diferentes proporciones y forma, llegando así, a verificar la diferencia o similitud entre uno u otro adobe.

Flores y Limpe (2019) en Cusco, tuvieron como objetivo utilizar 0.05%, 0.15% y 0.20% de fibra de maguey en peso con 20% de agua y 0.20% de paja, en una masa de suelo constante, para producir adobes, para ello, realizaron el proceso mecánico de fabricación descrito en la norma E.070 y efectuaron pruebas de laboratorio valiéndose del enfoque metodológico cuantitativo, con lo que, se determinó en las pruebas mecánicas alcanzan como máximo 0.55 kg/cm² de firmeza a compresión diagonal y 9.07 kg/cm² a compresión axial en pilas para adobes con 0.20% de fibra de maguey. Siendo así, el aporte es un medio comparativo para uno de los objetivos específicos del estudio, dado por el análisis de la influencia de la fibra de agave en las características de los adobes, pero como

mampostería formando pilas y muretes, por tanto, a la vez sirve como un medio metodológico porque detalla los pasos para la efectuación de estas pruebas mecánicas en los adobes.

Martínez (2019) en la Libertad tuvo como objetivo utilizar fibras naturales de 5 cm de longitud: bagazo de caña, ichu, junco y pajilla de arroz al 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% en peso seco del suelo (arcilla y arena gruesa) para producir adobes. Utilizaron la metodología cuantitativa. Los adobes base obtuvieron a compresión 23.36 kg/cm², mientras que, los adobes con 1% de bagazo de caña solo alcanzaron 20.70 kg/cm², en cambio a flexión, los adobes con 1% bagazo de caña, 1% pajilla de arroz, 0.75% junco, 1% de ichu y el adobe base obtuvieron 15.77, 10.17, 9.15, 7.25 y 8.02 kg/cm², por lo que, ultimó que, el uso de fibras mejora la firmeza a flexión, aunque a compresión no hay acrecentamiento. El aporte es la valoración que, le dan al uso de diferentes tipos de fibras vegetales y como demuestran que, es posible aumentar la capacidad mecánica de la unidad coadyuvando a la justificación práctica del estudio, pero a la vez sirviendo de medio de comparación de diferentes tipos de adicionantes vegetales.

2.1.3. Antecedentes regionales

Salazar (2019) en Cajamarca, tuvo como objetivo elaborar adobes compactados. Aplicó el enfoque cuantitativo utilizando suelo fino en 56.20% con LL 40% e IP 11.61%, de peso específico 2.078 g/cm³, clasificado como limo de alta plasticidad del caserío Aylambo Bajo, con 0, 0.25, 0.50, 0.75 y 1.00% de fibra de agave (maguey) alcanzando resistencias a compresión de 19.82, 24.75, 23.93, 23.49, y 21.88 kg/cm², cumpliendo la norma E.080, sobre todo los adobes con 0.25% de fibra de maguey que, son los que, logran mejores características

mecánicas. El aporte al estudio son los datos de la firmeza de los adobes con el aditamento de las mismas fibras que se han analizado en Chota, por lo que, la información puede ser contrastada.

Davila y Mendoza (2021) en Chota tuvieron como objetivo elaborar adobes compactados de 40x20x10 cm. Emplearon el enfoque cuantitativo y elaboraron los adobes con suelo de la ciudad de Chota, con 42.3% de finos, LL de 36.8% e IP de 6.28%, adicionando 0% (adobes patrón), 6, 9, 12, 15 y 18% de cactus y 6, 9, 12, 15 y 18% de fibras de linaza, obteniendo resistencias a compresión de 10.4, 21.86, 23.45, 25.42, 26.42, 27.34, 21.86, 23.45, 25.42, 26.42 y 27.34 kg/cm², a flexión de 8.702, 8.73, 8.97, 8.92, 8.96, 8.91, 8.58, 8.72, 8.68, 8.91, 8.68 y 8.93 kg/cm², respectivamente. Con un costo unitario de S/. 193.49 para el adobe tradicional, S/. 183.49 para adobes con fibras de cactus y S/. 183.49 para adobes con fibras de linaza, siendo el costo unitario para el adobe sin y con fibras es correspondientemente S/. 1.50 y S/. 1.47. Concluyeron que, los adobes con fibras tienen mayores resistencias mecánicas, además de menor costo de fabricación. El aporte ha sido notable para la comparación técnico-económica.

Gaitán (2022) en Tacabamba tuvo como objetivo elaborar adobes compactados a los que, denominó BTC con suelo Succhapampa, Cumpampa y La Laguna cuyo suelo se clasificó como, limo con arena, y en las dos últimas como arcilla de alta de plasticidad, que, alcanzaron resistencias de 17.31, 17.35 y 17.30 kg/cm², con 15% de cemento como estabilizante. Concluyó que, cumplen con la norma E.080 y UNE 41410. El aporte es como medio de comparación de toda la información consignada del adobe.

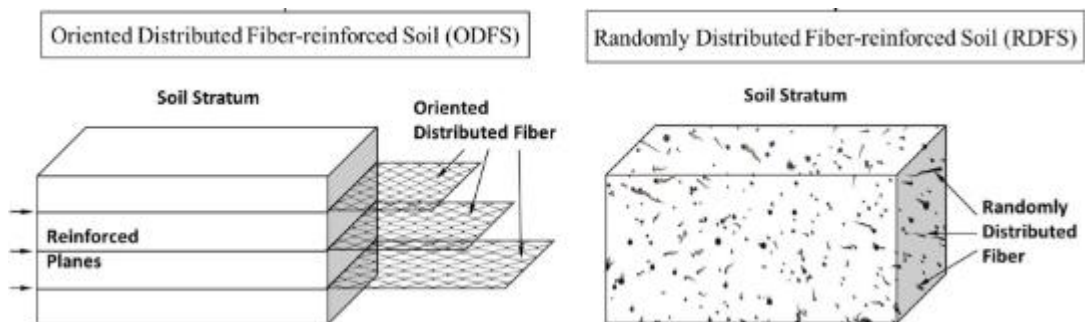
2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Comportamiento del suelo con fibra vegetal

La utilización de fibras vegetales para reforzar el comportamiento del suelo en la construcción de adobes ha sido objeto de investigación por muchos años. Diversos estudios exponen que las fibras vegetales mejoran la resistencia, ductilidad y capacidad de carga del suelo al tiempo que reduce las fisuras y la contracción del mismo. La utilización de fibras vegetales para reforzar el comportamiento del suelo en la construcción de adobes es una técnica cada vez más utilizada y estudiada en todo el mundo. Los estudios llevados a cabo por autores internacionales como Jerónimo-Vargas et al. (2022), Babé et al. (2021), López et al. (2019) han demostrado que el aditamento de fibras vegetales mejora significativamente la resistencia, la ductilidad y la capacidad de carga del suelo, al tiempo que reduce la contracción del mismo. Esto hace que la técnica sea cada vez más atractiva para la construcción, al permitir hacer edificaciones más resistentes y duraderas.

Figura 1

Categoría de Forma de Refuerzo del Suelo con Fibra

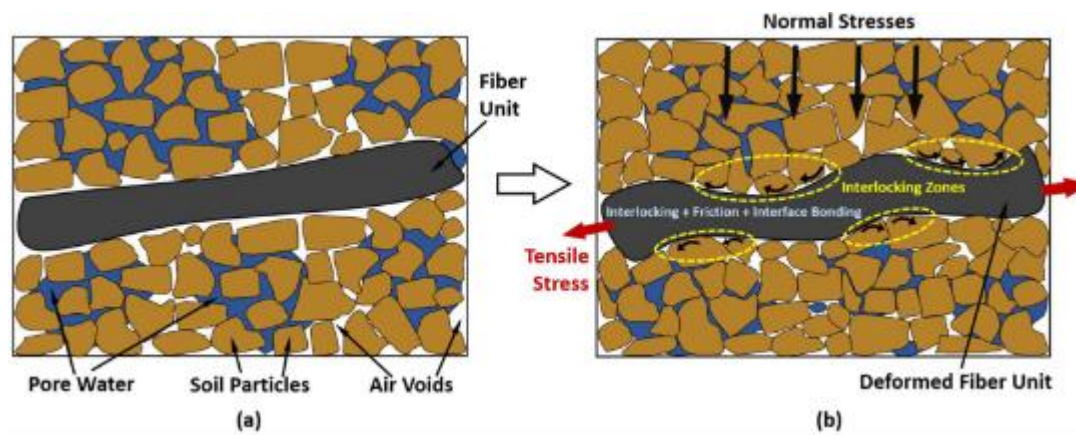


Nota: Básicamente, el suelo reforzado con fibra se puede clasificar en dos tipos según su método de aplicación: (i) Suelo reforzado con fibra distribuido orientado (ODFS) y (ii) Suelo reforzado con fibra distribuido aleatoriamente (RDFS) (Gowthaman et al., 2018).

Por tanto, el refuerzo puede aumentar la firmeza del suelo (Fig. 1) mediante la introducción de otros materiales (Gowthaman et al., 2018). Actualmente, las intenciones globales se han magnetizado hacia la tecnología de refuerzo de fibras naturales debido a su singularidad (Gaw et al, 2011). Las fibras incrustadas en el suelo pueden variar en forma, textura, rigidez, contenido, longitud, orientación, etc., entre las cuales el contenido, la longitud y la orientación de las fibras son las preocupaciones más prácticas en las aplicaciones (Wang et al., 2017).

Figura 2

Distribución Aleatoria de la Fibra en el Suelo



Nota: (a) etapa inicial y (b) etapa de deformación debido a la carga, donde el efecto de enclavamiento, fricción y unión de la interfaz induce la movilización de la tensión de tracción en la unidad de fibra (Gowthaman et al., 2018).

El suelo reforzado con fibra distribuido aleatoriamente es popular, ya que las fibras discretas cortas pueden simplemente agregarse y mezclarse al azar con el suelo, por lo tanto, puede proporcionar un aumento isotrópico en la resistencia del compuesto del suelo (Ahmad et al., 2010). Inicialmente, las partículas de suelo sometidas a tensiones intentan densificarse, lo que provoca la deformación del material de fibra, posteriormente se generan fuerzas directas sobre la fibra en la etapa de entrelazamiento fibra-suelo debido a la rotación y el impacto directo de

las partículas de suelo (Fig. 2); además la distribución aleatoria de fibras moviliza la unión adhesiva fibra-suelo, que usa una resistencia compuesta adicional y la interacción de las fibras flexibles se comporta como una malla que, une el suelo aumentando la integridad estructural (Hejazi et al., 2012).

La longitud de la fibra es uno de los factores variables que afectan el grado de refuerzo de la fibra para mejorar el comportamiento del suelo (Gowthaman et al., 2018). La influencia y el mecanismo de la longitud de la fibra se miden por el concepto de relación de aspecto (η), definida como la relación entre la longitud de fibra (l_f) sobre diámetro de fibra (d), expresado en la Ecuación (1)

$$\eta = \frac{l_f}{d} \quad (1)$$

La mayor resistencia del suelo reforzado se captura por la longitud de las fibras discretas que influye directamente en las interacciones en los suelos de allí la importancia de la caracterización de las fibras naturales (Wang et al., 2017).

2.2.2. Efecto de la fibra vegetal en la compresión del adobe

La construcción de viviendas con materiales tradicionales y económicos, como el adobe, sigue siendo una de las técnicas más utilizadas en países en vías de desarrollo. Sin embargo, estos materiales presentan algunas limitaciones en cuanto a su resistencia y durabilidad lo que dificulta su uso en zonas con frecuentes movimientos sísmicos y climas extremos. Para solucionar este problema, se han desarrollado diversos estudios con el objetivo de aumentar las propiedades del adobe.

El adobe se elabora con tierra, agua y fibras vegetales como paja, caña, yute, entre otras. Este material se caracteriza por su baja resistencia a la compresión, lo que limita su uso en estructuras de gran altura y en áreas con alto riesgo sísmico.

La adición de fibras vegetales al adobe ha demostrado ser una solución efectiva para mejorar su resistencia a la compresión. Un estudio realizado por los investigadores Ahmed y Ahmed (2017) demostró que las fibras vegetales aumentan la resistencia a la compresión del adobe en un 12% en símil con el adobe sin fibras. Además, esta investigación también demostró que el uso de fibras vegetales reduce la cantidad de grietas y fisuras en el adobe, lo que mejora su durabilidad.

Por otro lado, otro estudio realizado por los investigadores Jiménez et al. (2020), evaluó el efecto de distintas proporciones de paja de trigo en la resistencia a compresión del adobe, determinando que, el adietamiento del 5% de paja aumentó la resistencia hasta en un 20%, mientras que el aumento de la proporción de paja al 15% no tuvo un efecto significativo en la firmeza a la compresión, lo que sugiere que existe una proporción óptima de fibras vegetales para maximizar su efecto en la resistencia del adobe.

La adición de fibras vegetales al adobe es una técnica efectiva para mejorar su firmeza a la compresión y reducir la cantidad de grietas y fisuras. Los resultados de los estudios mencionados sugieren que existe una proporción óptima de fibras vegetales para maximizar su influencia en la firmeza a la compresión del adobe. Estas investigaciones son relevantes para la edificación en zonas vulnerables a movimientos sísmicos y condiciones climáticas extremas, ya que permite utilizar materiales locales y tradicionales con propiedades mejoradas, sobre todo enfocándose a la resistencia a compresión.

2.2.3. Efecto de la fibra vegetal en la flexión del adobe

En general, se ha observado que con fibras vegetales mejora las propiedades mecánicas del adobe, especialmente su resistencia a flexión.

La fibra vegetal se usa como refuerzo en diferentes tipos de estructuras, incluyendo el adobe. Según un artículo publicado por Álvarez et al. (2008), el uso de fibra vegetal en el adobe aumenta su firmeza a flexión, mientras se mejora la cohesión y la resistencia a la tracción. Por lo tanto, la resistencia al colapso en tensión y compresión también se incrementa.

En un estudio realizado por la García-González et al. (2018) y Kohler y García (2008), la adición de un 2% de fibras vegetales al adobe aumentó la firmeza a flexión en un 29% en símil con el adobe convencional sin fibras vegetales. El estudio también indicó que el uso de fibras vegetales mejora la ductilidad del adobe, es decir, su capacidad para deformarse sin romperse antes de llegar a su punto límite de resistencia. La mayor ductilidad se debe a la capacidad de la fibra para evitar la propagación de grietas en la matriz del adobe, absorbiendo parte de la energía de las tensiones de tracción.

En el contexto, según un estudio realizado por León (2019) el uso de fibra de yute y paja en el adobe mejora su resistencia a flexión, es decir, el aguante del adobe a las fuerzas exteriores aplicadas en un plano perpendicular al de la estructura. Según el estudio, el uso de 2% de fibras de yute y paja acrecentó la firmeza a la flexión del adobe en un 59%.

En resumen, el uso de fibra vegetal en el adobe mejora significativamente su firmeza a la flexión, así como la cohesión y la firmeza a la tracción en el plano perpendicular a la dirección de la fibra. La adición de un pequeño porcentaje de fibras vegetales, como yute, paja o caña de azúcar, aumenta la ductilidad del adobe, lo que significa que la estructura es capaz de deformarse sin romperse antes de llegar a su límite de resistencia. Asimismo, el uso de la fibra vegetal permite reducir la cantidad de adobe utilizado, representando una oportunidad para el

ahorro de costos en la construcción. En conclusión, los estudios internacionales y nacionales coinciden en señalar que la fibra vegetal es un material eficaz para acrecentar el desempeño del adobe a flexión. Sin embargo, es importante considerar que los resultados pueden variar según el tipo de fibra utilizada y la proporción en la que se adiciona, de allí la importancia de plantear un estudio local.

2.2.4. Efecto de la fibra vegetal en la tracción del adobe

La construcción con adobe ha sido una práctica tradicional en muchas regiones del mundo. Aunque es un material económico y sostenible, tiene una baja resistencia a la tracción, lo que ha sido la causa de muchos colapsos en los edificios construidos con este material. Se ha demostrado que la fibra vegetal en el adobe acrecienta significativamente su capacidad de resistencia a la tracción.

Un estudio realizado por Thanushan et al. (2021) evaluaron el efecto de diferentes tipos de fibra vegetal en el adobe, determinando que la fibra de coco y de agave aumentó la firmeza a la tracción del adobe en más del doble. Los autores concluyeron que las fibras vegetales en el adobe son efectivas para mejorar su resistencia a la tracción. Un estudio realizado por Altamirano (2019) evaluó el efecto de diferentes tipos de fibra vegetal en el adobe. Los resultados mostraron que la fibra vegetal mejoró significativamente la firmeza a tracción del adobe. Los autores concluyeron que la fibra vegetal en el adobe puede ser una solución efectiva para mejorar su firmeza a tracción.

En resumen, la fibra vegetal en el adobe puede mejorar significativamente su firmeza a tracción. La fibra de coco, de agave, de totora, de sisal y de esparto son algunos ejemplos de fibras vegetales que han demostrado ser efectivas en mejorar la tracción del adobe. fibra vegetal en el adobe es una técnica económica

y sustentable que puede ser una solución efectiva para aumentar la firmeza a tracción del adobe y, por lo tanto, mejorar la seguridad sísmica de los edificios construidos con este material.

2.2.5. Adobe común y reforzado con fibra vegetal

El adobe sigue siendo usado, debido a que se caracteriza por su facilidad de manejo durante la construcción, su bajo coste y sobre todo, su buen aislamiento acústico y térmico, pero los sistemas de adobe no son muy eficaces en zonas de riesgo sísmico debido a su baja resistencia estructural por lo que, el adobe debe ser fortalecido con fibras para ser utilizado en la construcción (Quiroz y Rivera, 2021).

El suelo no es el material más resistente, pero esto no es del todo negativo, ya que se puede mejorar fácilmente, aprovechando sus cualidades para contrarrestar estos esfuerzos y añadiendo otros elementos, sobre todo para protegerlos de la intemperie (Campos, 2019). Muchos estudios han intentado enriquecer las propiedades del adobe mediante la aplicación de aditivos (Campos, 2019). Sin embargo, la resistencia del adobe depende del estabilizador o refuerzo en forma de fibras naturales, por lo que, el estabilizador actúa creando una estructura de malla en la que, se suavizan las grietas y huecos provocados por las variaciones de humedad y temperatura, aumentando el desempeño mecánico (Romero y Talavera, 2021).

En el Perú, existe una norma que establece estándares para edificaciones con suelos reforzados como el adobe, E.080 (MVCS, 2017). Pero la arquitectura de tierra varía de un lugar a otro, siendo los aspectos más importantes para fabricar buenos ladrillos de tierra sin cocción (adobe): la elección del suelo, el tratamiento

de la tierra (estabilizante) y el secado al sol para evitar que se agriete, por tanto, su análisis de estabilización debe ser de carácter local (Romero y Talavera, 2021).

Pero el adobe tradicional es popular en áreas donde se encuentra la materia prima y el clima permite su uso. Sin embargo, este tipo de adobe tiene una baja firmeza a compresión y es susceptible a la erosión por lluvias intensas o por contacto con el agua. Además, el adobe tradicional no es seguro en caso de terremotos, ya que tiende a desmoronarse fácilmente. En cambio, el adobe con fibras vegetales es una mezcla de arcilla, agua, arena y fibras vegetales como el agave, la paja o el bambú. El aditamento de fibras vegetales aumenta la firmeza y la durabilidad del adobe. Según estudios de la Universidad de California, el adobe reforzado con fibras vegetales tiene un aumento significativo a compresión y una disminución en la absorción en comparación con el adobe tradicional (Cattell et al., 2014). Además, la adición de fibras vegetales al adobe hace que sea más seguro en caso de terremotos, ya que aumenta su capacidad de resistir la fracturación.

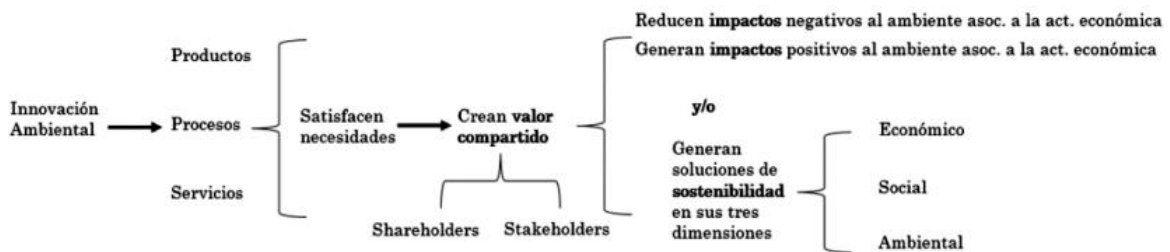
En conclusión, el adobe con fibras vegetales es una mejora significativa en términos mecánicos en símil con el adobe tradicional. Las fibras vegetales en el adobe mejoran la firmeza a compresión, y hace que sea más seguro en caso de terremotos. Sin embargo, es importante destacar que el adobe reforzado con fibras vegetales puede ser un poco más costoso debido a la adición de material de fibra. Se necesitan más investigaciones sobre los efectos a largo plazo del adobe reforzado con fibras vegetales con respecto a la absorción de humedad y las inclemencias del tiempo, pero hasta ahora, los estudios han demostrado que es una mejora significativa en comparación con el adobe tradicional.

2.2.6. *Innovación ambiental*

La innovación medioambiental tiene en cuenta todas las innovaciones plasmadas en productos, procesos o servicios que, responden a la demanda, crean valor compartido entre las partes interesadas y los accionistas y se adaptan a dos dimensiones, a saber, (i) el impacto negativo de las actividades económicas en el medio ambiente y (ii) las tres dimensiones que, se adaptan para generar soluciones sostenibles. Por un lado, la dimensión del impacto medioambiental pretende reducir las actividades económicas negativas, es decir, el impacto negativo sobre el medio ambiente. Por otro lado, la dimensión de sostenibilidad aboga por la generación de soluciones sostenibles a partir de innovaciones en una de las tres dimensiones social, económica y medioambiental (Vargas-Chaves, 2020).

Figura 3

Teoría de la Innovación Ambiental



Nota: (Vargas-Chaves, 2020).

En el caso del estudio la teoría de la innovación ambiental se representa por medio de sus dos dimensiones (i) reducción del impacto medio ambiental negativo, cambiando el uso de productos de construcción que, demandan procesos de fabricación que, emiten contaminantes como la formación de acero y/o cemento, por materiales eco-amigables como, los adobes; y (ii) lograr la sostenibilidad del material “adobe” en las dimensiones social, económica y medioambiental, por tanto, se habla del adobe reforzado o estabilizado y no del

adobe convencional, a fin de que, este adobe estabilizado presente mejores características mecánicas, pero mantenga el mismo costo de producción, para que, represente un beneficio en tres dimensiones, tal como, sugiere la teoría de la innovación ambiental descrita por Vargas-Chaves (2020).

En los últimos años, ha habido un creciente interés en la búsqueda de soluciones arquitectónicas sostenibles que minimicen el impacto ambiental de la construcción. Entre las alternativas más prometedoras se encuentra el uso de adobes con fibra vegetal, una técnica innovadora que combina materiales naturales y técnicas ancestrales para crear estructuras resistentes y respetuosas con el medio ambiente. El uso de adobes con fibra vegetal presenta una serie de beneficios ambientales significativos en comparación con los materiales de construcción convencionales. Además, los adobes con fibra vegetal tienen propiedades termoacústicas superiores a las de los materiales tradicionales, lo que se traduce en un mejor control térmico y acústico en los espacios construidos.

A pesar de los beneficios ambientales evidentes, es importante considerar la viabilidad de los adobes con fibra vegetal como opción de construcción sostenible. Los adobes con fibra vegetal pueden ser tan resistentes y duraderos como los materiales convencionales, siempre y cuando se sigan las técnicas de construcción adecuadas y se realicen los mantenimientos necesarios.

2.2.7. *Construcción sostenible con adobe*

El mundo presenta un desarrollo desmesurado y descontrolado con un impacto ambiental negativo notable por sus grandes construcciones, sin embargo, también existen diferentes tipos de desarrollos sostenibles respetuosos con el medio ambiente, como el desarrollo de edificios de adobe (Álvarez y Marín, 2021).

La construcción sostenible es una práctica que busca minimizar el impacto ambiental, garantizar la eficiencia en el uso de los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de las personas. En este sentido, los adobes han surgido como una alternativa eficiente y sostenible en la construcción de viviendas.

Los adobes son bloques de tierra y otros ingredientes naturales, como paja o estiércol, que se utilizan para construir muros. Este método de construcción ha sido utilizado desde tiempos antiguos y ha demostrado ser durable y resistente. Además, su producción requiere de menos energía que otros materiales de construcción, como el ladrillo o el cemento.

El adobe es sostenible por sus beneficios al entorno ambiental, debido a que, mantiene el entorno paisajístico evitando los quiebres visuales; además reduce la huella ambiental porque, no necesita procesos de cocción, ni el uso de productos químicos, el refuerzo del mismo se puede realizar con aditivos locales vegetales, por tanto, además su ciclo es biológico, es decir se usa materiales como suelo para su producción pero luego si la edificación fuera derrumbada no se generaría desmonte pues el suelo vuelve a su medio natural, evitando así la producción de residuos sólidos y contaminación con elementos que, tardan años en degradarse como el acero, plástico, vidrio u otros.

La construcción con adobes reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero durante la producción y el transporte de los materiales. Además, los adobes tienen una capacidad térmica alta, lo que significa que pueden almacenar calor durante el día y liberarlo lentamente durante la noche, regulando la temperatura interior de la vivienda de forma natural.

Los adobes son un material renovable, ya que provienen de la tierra y no requieren de procesos químicos para su fabricación. Además, promueven la

reutilización de los recursos naturales, ya que se pueden reciclar y reutilizar en caso de demolición.

Uno de los principales beneficios de la construcción con adobes es su bajo costo. Los adobes son económicos y accesibles, lo que hace que sean una alternativa viable para comunidades de bajos recursos. Además, su construcción no requiere de mano de obra especializada, lo que reduce los costos laborales.

En cuanto a la resistencia y durabilidad, según el estudio de Rocha-Tamayo (2011), los adobes bien contruidos pueden tener una vida útil de hasta 100 años o más, siempre y cuando se realicen los mantenimientos adecuados. Además, los adobes tienen una alta resistencia al fuego, lo que los convierte en una opción segura para la construcción de viviendas.

Gisbert (2020) menciona el adobe como una oportunidad local sostenible, considerando la importancia de los materiales de adobe, que pueden prepararse con los mismos recursos locales y teniendo en cuenta la economía local. También sostiene que el uso del adobe puede ayudar a combatir problemas globales, reintroduciendo así formas avanzadas de arquitectura tradicional.

La construcción sostenible con adobes es una alternativa eficiente y sostenible que contribuye a la reducción del impacto ambiental, a la eficiencia en el uso de los recursos naturales y a la mejora de la calidad de vida de las personas. Los adobes son económicos, accesibles y duraderos, y su producción requiere de menos energía que otros materiales de construcción. Sin embargo, es importante seguir ciertas consideraciones para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

Siendo así, el adobe es ecológico cuyo uso coadyuba a la recirculación de los materiales de construcción, ya que para su producción se utiliza tierra y cuando termine su vida útil volverá a ser tierra fomentando así un ciclo biológico, y siendo

uno de los materiales con mayor sostenibilidad porque, además para mejorar sus características mecánicas se puede mezclar al suelo materiales orgánicos o inorgánicos reciclados en forma de fibra, lo que, no solo incrementará su capacidad mecánica sino a la vez le brindará un aporte medioambiental porque, se estará dando un nuevo uso a un componente que, fue desechado, y que, ahora puede formar parte de la matriz del adobe, pero a la vez incrementa las posibilidades de uso del adobe o bloque de tierra, ya que, este será un material técnicamente viable que, cumpla con las normas técnicas nacionales e internacionales, siendo un recurso técnico, económico y ambiental.

2.3. Marco conceptual


2.3.1. *Agave*

Esta especie se usa en los Andes peruanos desde la prehistoria, crece a pleno sol, entre 2,500 y 3,800 msnm, tolera la sequía y los suelos pobres en nutrientes. Se reproduce por brotes basales que, crecen alrededor del árbol madre, o por semillas a principios de primavera (Díaz, 2013, p. 3). El agave es una especie tolerante a la sequía, adaptable a otros climas y tipos de suelo, y es una planta de hojas en roseta, gruesas y suculentas, con espinas inferiores en tallos cortos que, no sobresalen del suelo, con puntas de las hojas duras, marginadas y espinosas que almacenan insulina y produce fructosa en el árbol (Pineda y Uribarri, 2014, p. 78).

Tabla 1

Taxonomía del Agave

Taxonomía	Agave
Reino	Plantae
Phylum	Euphyta
División	Angiospermae
Clase	Monocotyledones
Orden	Amaryllidaceae
Familia	Agavaceae
Genero	Agave
Especie	Americana



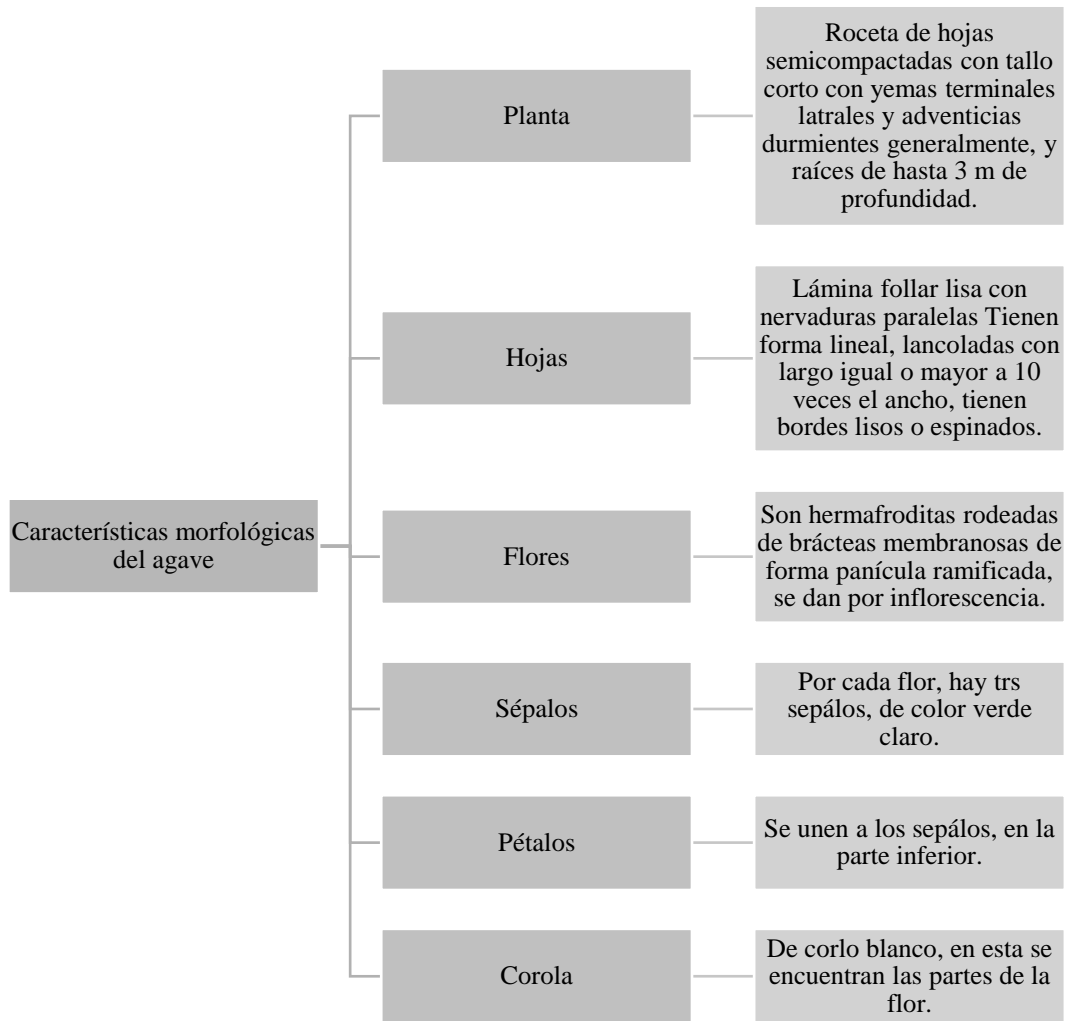
Nota: (Condor, 2018, p. 20).

2.3.1.1. Morfología del agave

Su morfología está adaptada para tomar el agua de las hojas y transportarla a la zona radicular; muchas especies presentan dentículos conspicuos en los márgenes de las hojas y muchas tienen espinas terminales duras. El espesor de las hojas de la roseta varía de 20 a 200 mm, según especie. Las hojas son gruesas con células especiales que, almacenan agua; muchas hojas tienen una cutícula dura, adaptada para evitar la pérdida de agua en zonas desérticas (Condor, 2018, p. 21).

Figura 4

Morfología del Agave



Nota: (Condori y Solano, 2019, p. 48).

2.3.1.2.Principales especies de agave

a) Agave americana L.

Se suele denominar Aloe americana, debido al origen de la planta. Generalmente tiene tallos cortos, rosetas de 1 a 2 m de ancho y 2 a 3.7 m de largo, con hojas estrechadas verde pálido de 1 a 2 m por 15 a 25 cm, con sépalos amarillos; espinas marginales de color marrón a verde azulado de 5 a 10 mm, separadas 2 a 6 cm, anchas, rectas y alargadas en el ápice y espinas terminales cónicas a subcónicas de 3 a 5 cm. Algunas de sus variaciones son: (Guillot et al., 2008)

Agave americana L. var. marginata Trel. Su nombre común es pitera tiene claras diferencias en las rayas amarillas de las hojas, en la forma, el tamaño de las espinas laterales, las espinas apicales y forma de las hojas.

Agave americana L., var. medio-picta Trel. Hojas con márgenes verde azulados, amarillentos o blanquecinos con algunas rayas verdes en el centro, de 6 cm por 20 a 25 cm con flores amarillo verdoso y espinas apicales, marginales y florales.

Agave americana L., var. striata trel. Planta robusta de hojas ovaladas de color verde azulado, con numerosas bandas de color blanco amarillento de anchura variable con sección transversal más o menos triangular.

Figura 5

Agave Americana L.

Agave Americana L.



Agave americana L. var.
marginata Trel.

Agave americana L., var.
medio-picta Trel.

Agave americana L., var.
striata trel.



Nota: (Guillot et al., 2008).

b) *Agave amanensis* Trel. &Novell. Bull.

Su nombre común es Sisal azul, tiene hojas orbiculares, duras, glabras, alargadas en el ápice excepto en la base, claramente glabras por encima y por debajo, de color verde azulado, de 2 m de largo, 16 cm de ancho en la base, limbo de 15 cm de largo, curvado en el ápice, con algunas proyecciones a lo largo del margen o en la base, translúcido, proyecciones terminales marrón rojizo, ligeramente curvadas de 15 mm de largo y 4 mm de diámetro. (Guillot et al., 2008)

Figura 6

Agave amanensis Trel. &Novell. Bull



Nota: (Guillot et al., 2008).

c) *Agave angustifolia* Haw, Syn. pl. succ.

Hojas generalmente de 60-120 cm de largo y 3.5-10 cm de ancho, rígidas, engrosadas, carnosas, fibrosas, empenachadas u horizontales de color verde pálido a gris, planas o deprimidas por encima, levantadas por debajo, base estrechamente engrosada, margen recto u ondulado a veces con pelos finos y suaves. Dientes generalmente pequeños de 2-5 mm de longitud, raramente más largos, fusionados o suavemente separados de color marrón rojizo u oscuro, base estrechada; ápice delgado, curvado o variable, espinas variables (1.5 a 3.5 cm), cónicas o subcónicas marrón oscuro, gris con la edad. (Guillot et al., 2008)

Figura 7

Agave angustifolia Haw, *Syn. pl. succ.*



Nota: (Guillot et al., 2008).

2.3.1.3. Usos del agave

Según Díaz (2013, pp. 6-7) el agave tiene múltiples usos en diferentes industrias, entre ellas:

Medicina tradicional: Se cree que, las flores y la raíz hervida actúan como purificador de la sangre, el jugo de la raíz como regulador menstrual, el jugo de las hojas como tratamiento de verrugas, úlceras y tumores, las hojas como remedio tópico para el dolor muscular y las hojas hervidas como tratamiento de la conjuntivitis.

Agroforestería: Se utiliza como barrera viva contra la erosión de las laderas, para estabilizar los cursos de agua y las terrazas, y para delimitar zonas de terreno.

Alimentación: Se utiliza para la producción artesanal de hidromiel, vinagre, mermelada y chancaca.

Materiales de construcción. Se utiliza para fabricar cuerdas, redes, cestas, puentes colgantes, ornamentos y refuerzos naturales para adobes.

2.3.2. *Paja ichu*

Denominada *Stipa ichu*, es una formación herbácea de puna y otros terrenos alpinos. Es originaria de Perú y Bolivia, también se encuentra en los Andes del norte de Chile y el noroeste de Argentina. El ichu o paja de ichu es una gramínea del altiplano andino usada como forraje para el ganado, no obstante, también se usa para la producción de adobes, porque, la paja contiene aditivos naturales que, evitan que se agriete durante el secado rápido (Altamirano, 2019). Atahuachi y Carcausto (2018) caracterizaron las propiedades de la paja, dichos datos son presentados por Altamirano (2019) en la Tabla 2.

Tabla 2

Propiedades de la Paja

Propiedad	<i>Stipa ichu</i> 4 cm
Humedad (%)	10.005
Fibra cruda (%)	39.228
Porosidad (%)	98.534
Cenizas (%)	4.38
Densidad (g/cm ³)	1.155
Durabilidad a los hongos	Altamente resistente
Aislamiento acústico (K(W/m ² K))	0.069

Nota: (Atahuachi y Carcausto, 2018, citado por Altamirano, 2019).

2.3.3. *Fibras naturales*

Las fibras vegetales son filamentos de 10 a 50 mm, con espesor de 3 a 5 mm, que se utilizan convencionalmente para mejorar o estabilizar el adobe, ya que, por sus características forman una red que unifica las partículas de suelo dándole mayor consistencia a la mezcla (Vargas, 2014). En el adobe el uso de estabilizadores fibrosos permite controlar el comportamiento de expansión y contracción durante el proceso de secado. Es un material fibroso que, se adhiere al suelo y forma una red durante el proceso de fraguado. Estas fibras pueden ser vegetales, como paja,

diversas gramíneas, virutas de madera, agujas de pino, cáscaras de coco, tallos de maíz, o fibras animales. Las fibras actúan como estabilizadores para evitar el agrietamiento y siguen siendo eficaces con el paso del tiempo. También actúan como aglutinantes de la estructura, haciéndola más resistente a los movimientos sísmicos (Arteaga et al., 2011).

2.3.3.1.Fichas de ichu

El ichu tiene una estructura fibrosa formada por tallos y hojas, ambos tubulares y fáciles de confundir. El diámetro medio de las fibras de ichu es de 0.39 a 0.83. En suelos arcillosos, la paja puede utilizarse en longitudes de unos 50 mm en una proporción de 1:5 respecto al volumen del suelo para reducir el agrietamiento y la resistencia. La paja seca se corta en pequeños trozos de 5 a 10 cm, se embolsa y se almacena para su incorporación a la mezcla (Altamirano, 2019).

2.3.3.2.Fibras naturales de agave


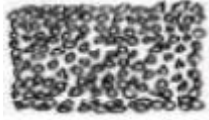


El agave es una planta polivalente con múltiples usos; de las hojas se extrae fibra natural muy resistente, maleable y valiosa. Las fibras que se extraen de las hojas frescas y secas se utilizan en la construcción, los tallos maduros y secos se usan en la construcción de casas y cobertizos (Franco, 2019). Según Condori y Solano (2019, p. 48) la fibra de agave, mejora la resistencia a la flexión y las propiedades elásticas de la tierra apisonada, aumenta su capacidad a compresión y reduce los huecos, ya que es un hilo muy fino. Por tanto, las fibras naturales de agave se pueden definir como aquellos filamentos obtenidos de las hojas del agave que, son cortadas, procesadas y secadas para su uso como estabilizante en el adobe por sus características de generación de red en el suelo.

2.3.4. Suelo

Es la matriz física de características fisicoquímicas, mecánicas y estructurales propias que, varían según su ubicación geológica se consideran específicamente los estratos formados por elementos que, pueden separarse sin un aporte energético mucho mayor, integrado por tres fases: sólida (forma la columna vertebral de la estructura del suelo), líquida (normalmente agua) y gaseosa (espacio vacío integrado por aire); el suelo es aquel componente sobre el que, se realizan obras y/o se utiliza para la fabricación de materiales usados en la construcción (Saldaña y Celis, 2021). El suelo se puede tipificar en relación a las dimensiones de sus partículas en suelos gruesos (gravas y arenas) y en suelos finos (limos, arcillas, turba o material orgánico), tal como, señala Garrido et al. (2015) en la Tabla 3.

Tabla 3

Fracciones de Tamaño de Partículas

Fracciones	Subdivisiones	Diámetro de partículas (mm)	
Suelos muy gruesos	Grandes piedras	>630	
	Piedras	200 a 630	
	Guijarros	63 a 200	
Grava (2.0 a 63 mm)	Gruesa	20 a 63	
	Media	6.3 a 20	
	Fina	2.0 a 6.3	
Arena (0.063 a 2.00 mm)	Gruesa	0.63 a 2.0	
	Media	0.20 a 0.63	
	Fina	0.063 a 0.20	
Limos	Gruesa	0.02 a 0.063	
	Media	0.006 a 0.02	
	Fina	0.002 a 0.006	
Arcillas		<0.002	

Nota: (Garrido et al., 2015).

2.3.5. *Propiedades del suelo*

Peso específico. Relación entre el peso de un volumen de sólido en aire y el peso del mismo volumen de agua a la misma temperatura (Duque-Escobar y Escobar 2016).

$$d = \frac{M}{V} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (2)$$

Donde, densidad del suelo (d), masa de un suelo (M), volumen (V).

Humedad. Volumen de agua en la masa del suelo (Botía, 2015).

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \quad (3)$$

Donde, humedad (W%), peso sólido (Ws), peso del agua (Ww).

Análisis granulométrico. Los suelos son mezclas de varios tamaños de partícula, que se determinan a partir del análisis de gradación (Garrido et al., 2015).

$$\% \text{ que pasa} = \frac{\text{Peso que pasa}}{P_t} \times 100 \quad (4)$$

Donde, peso total (Pt), $\text{Peso que pasa} = P_t - \text{Peso ret. acum.}$, y el

$$\% \text{ ret. acum} = \frac{\text{Peso ret. acum.}}{P_t} \times 100$$

Límites de consistencia. Según Botía (2015), Albert Mauritz Atterberg definió los límites de consistencia para describir el comportamiento de los suelos de grano fino, tales como: límite líquido (LL), límite plástico (LP) y límite de contracción (LC). LL, se define como el volumen de agua del suelo por debajo del cual se produce el comportamiento plástico, en cambio, LL es el límite inferior al estado plástico, el suelo con más agua que, este nivel, pasa de estado semisólido a plástico y viceversa.

$$LL = W \times \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \quad (5)$$

Donde, el límite líquido es LL, los golpes requeridos para cerrar la ranura son N, W es la humedad del suelo.

$$LP = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100 \quad (6)$$

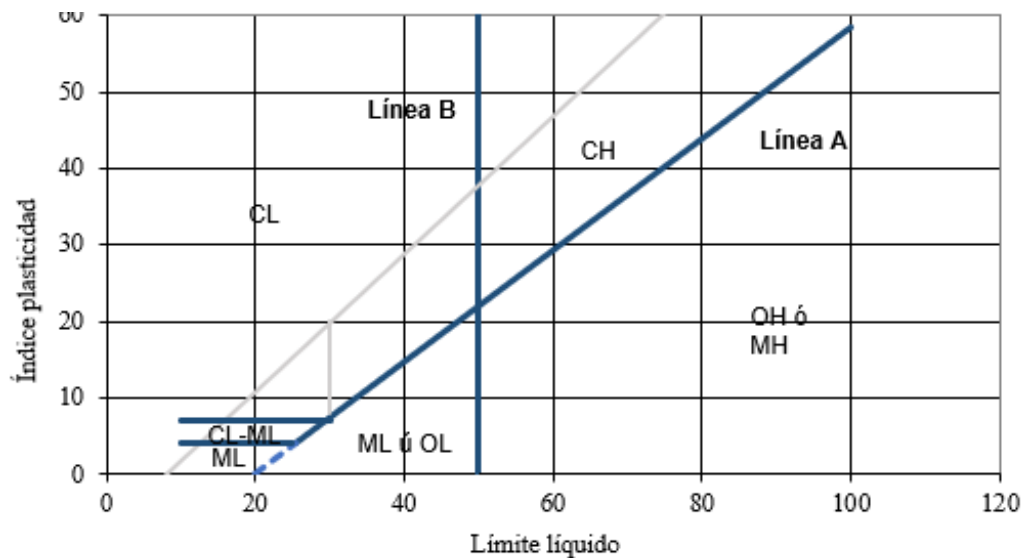
Donde, el límite plástico LP es la división del peso del agua (peso de las barras de suelo antes y después de salir del horno) entre el peso de suelo secado al horno.

$$\text{Índice de plasticidad (IP)} = LL - LP \quad (7)$$

Clasificación del suelo SUCS. Según Rodríguez y Guardia (2005) se trata de un sistema de clasificación completo que, proporciona información sobre propiedades como, plasticidad y gradación de las muestras. Es el enfoque más común en ingeniería geotécnica, consiste en clasificar las muestras según la abreviatura del tipo de suelo [G (grava), S (arena), C (arcilla), M (limo)] y nombrarlas según otras propiedades [suelos gruesos con buena (W) o mala (P) gradación, suelos finos con alta (H) o baja (L) plasticidad].

Figura 8

Carta de Plasticidad



Nota: (Gaitán, 2022).

2.3.6. *Suelo para adobes*

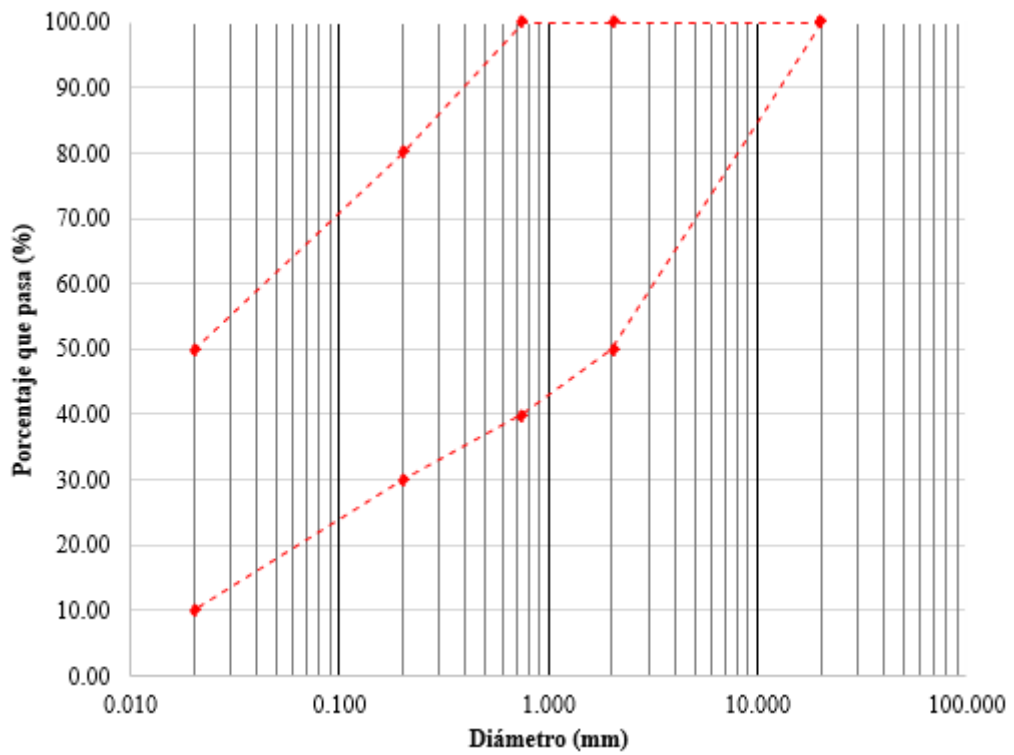
El suelo debe contener 10-20% arcilla, 15-25% limo y 55-70% arena, exentas de material orgánico (MVCS, 2017). Es importante respetar estas directrices, ya que, una mayor proporción de arcilla puede provocar grietas internas en el adobe debido al secado y la contracción, una mayor proporción de arena reduce la cohesión, y el uso de suelos orgánicos afecta a la resistencia a la compresión y a la humedad (Cabrera y Huaynate, 2010).

- **Arcilla.** Es la única sustancia activa y necesaria en el suelo, con partículas menores a 0.002 mm. Adquiere la capacidad de resistir la desecación cuando está en contacto con el agua, lo que le permite amasarse, exhibir plasticidad y hacer que, las partículas inertes restantes del suelo se aglomeren en arcilla, transformándose en un material compuesto cuando está seco (MVCS, 2017).
- **Limo.** Formada por partículas entre 0.002 a 0.08 mm, en algunos casos puede contribuir a una mayor compactación del suelo (MVCS, 2017).
- **Arena.** Es un constituyente no cohesivo, formado por partículas de roca de tamaños comprendidos entre 0.6 a 4.75 mm que forman una estructura granular similar al barro cuando se secan. La adición de arena de grano grueso a la arcilla reduce el número y el grosor de las grietas que se forman durante el secado y aumenta la durabilidad del lodo seco.

La norma UNE 41410 (AENOR, 2008) describe características de gradación y plasticidad que, debe cumplir el suelo que, vaya a ser usado en la producción de unidades de mampostería, no obstante, ambas normas concuerdan en que, se puede usar otras proporciones de suelo aun cuando sus características estén fuera del rango, siempre y cuando, produzcan unidades de adobe estándar.

Figura 9

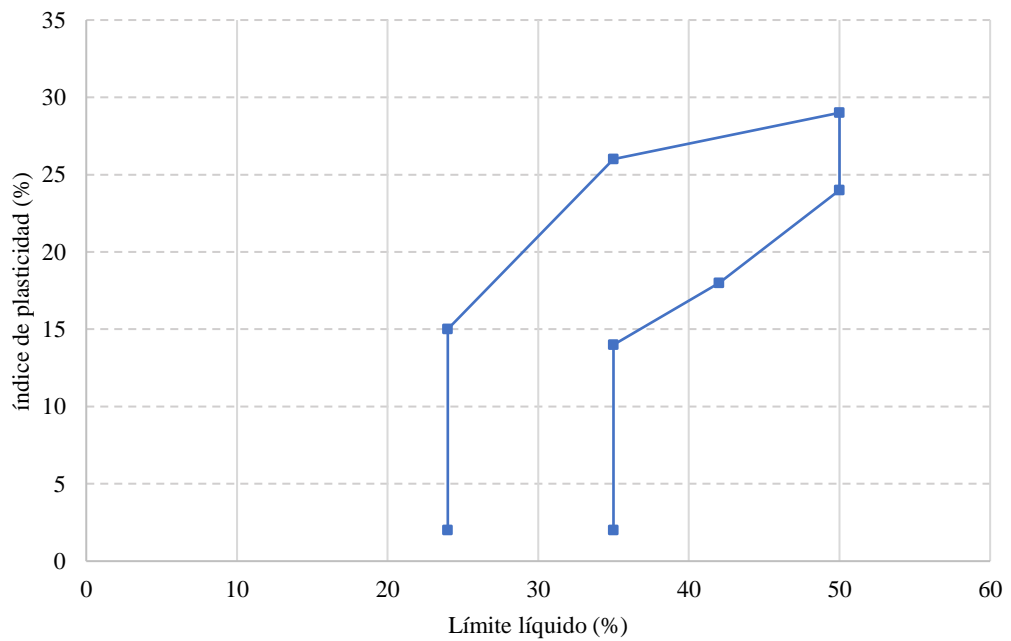
Huso del Suelo para Adobes



Nota: (Norma UNE 41410, AENOR, 2008).

Figura 10

Diagrama Plástico del Suelo para BTC



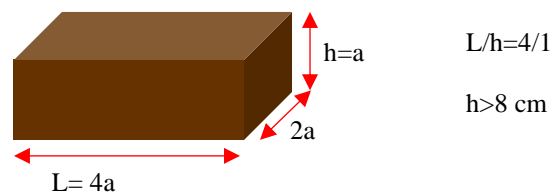
Nota: (Norma UNE 41410, AENOR, 2008).

2.3.7. Adobe

Bloque cuadrangular o rectangular de tierra sin aberturas (sólido) que, se produce con el aditamento opcional de fibras vegetales, animales o inorgánicas según MVCS (2017). Los adobes son “masas de tierra incombustibles”, que pueden rellenarse con paja u otros materiales para optimar su estabilidad frente a factores externos (Cabrera y Huaynate, 2010). Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales; con dimensiones ajustadas a la norma E.080 (MVCS, 2017).

Figura 11

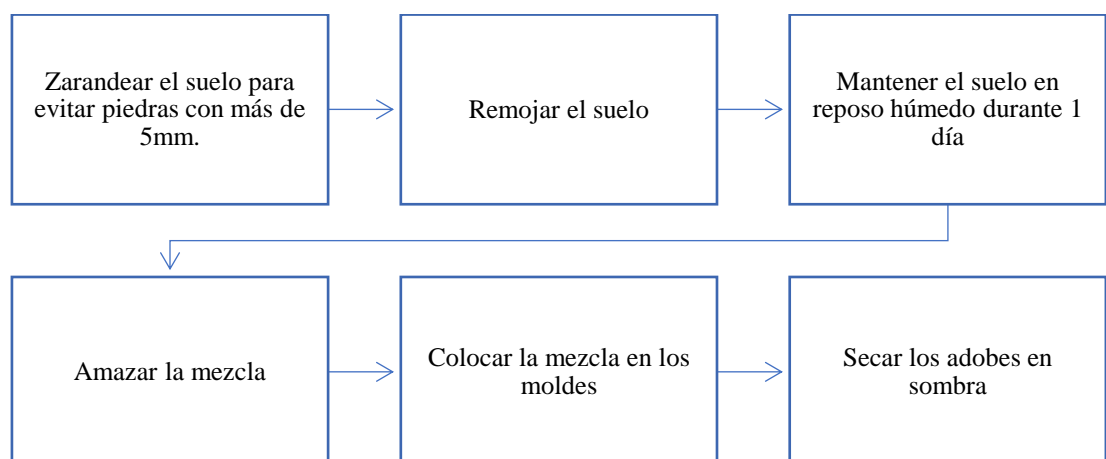
Criterios para Dimensiones del Adobe



Nota: Elaboración propia, con información de la norma E.080 (MVCS, 2017).

Figura 12

Proceso de Fabricación de Adobes



Nota: Elaboración propia, con información de la norma E.080 (MVCS, 2017).

2.3.8. Adobe estabilizado con fibras

Adobe es el que se ha incorporado otros materiales naturales (fibras vegetales, fibras animales, etc.) o químicos (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad (MVCS, 2017). En la norma E.080 (MVCS, 2017) se considera como el estabilizante más común a la paja e incluso actualmente es considerado como uno de sus componentes esenciales y no como un refuerzo del adobe, no obstante, aun cuando el adobe tenga como parte de su compuesto a la paja, muchas veces sigue presentado bajas características mecánicas, es decir, su resistencia sigue siendo menor a la esperada en la normatividad, es allí, donde surge la necesidad de reforzar el adobe con otro tipo de fibras naturales. Según Quispe (2017) la paja se añade para contrarrestar la deformación y el agrietamiento del material durante el proceso de secado, mientras que, otro tipo de fibras se usan como escudo para absorber las fuerzas de tracción internas en la dirección longitudinal, logrando así, unidades de mampostería con mayor resistencia a la compresión.

Entre las fibras vegetales existentes, autores como Ruiz y Juan (2022), Jerónimo-Vargas et al. (2022), López et al. (2019), Castillo (2022), Cruz y Palomino (2022), Correa y Puican (2021), Pérez y Vásquez (2021), Tapia (2021), López y Torbisco (2020), Condori y Solano (2019), Flores y Limpe (2019), Martínez (2019), Salazar (2019), entre otros, recomiendan el uso de fibras de agave, debido a que, son filamentos que, forman una red dentro de la masa de suelo que, impide su bifurcación, fisuramiento y agrietamiento dándole mayor consistencia a la mezcla y mayor resistencia al adobe para su uso en muros de mampostería en viviendas de adobe reforzado, estas viviendas tienen muchas ventajas.

2.3.9. *Propiedades mecánicas del adobe*

2.3.9.1. **Compresión**

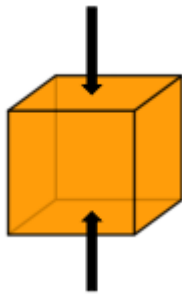
Se produce cuando dos fuerzas iguales actúan sobre una pieza, pero en sentidos opuestos y tienden a acortar el material. Los supuestos y desarrollos son los mismos que para la tracción, excepto que el signo es el mismo, según el cual a la compresión se le da un valor negativo (Badiola, 2004); según Altamirano (2019), para determinar la resistencia a la compresión se ensayaron seis cubos de 0.10 m.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (8)$$

Donde, P es la carga máxima, A es el área de la sección de contacto para la prueba.

Figura 13

Unidad de Ensayo a Compresión



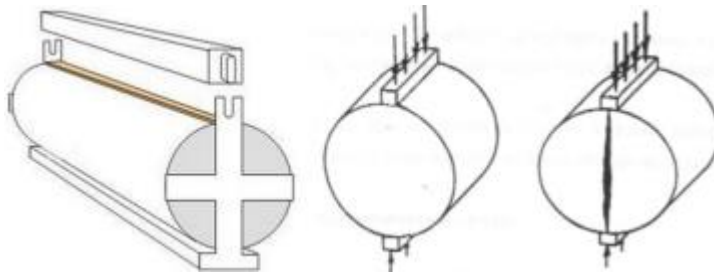
Nota: (Altamirano, 2019).

2.3.9.2. **Resistencia a la tracción**

Badiola (2004) afirma que la tensión se produce cuando dos fuerzas iguales actúan sobre un elemento, pero en direcciones opuestas, tendiendo a estirar el material. Para conseguir la tensión, el esfuerzo debe situarse en el centro de gravedad de la sección transversal. La resistencia debe medirse en un cilindro de 6"x12" usando la prueba de tracción brasileña. La humedad inicial del espécimen debe ser de 20% a 25% para adobe y de 10% a 15% para tapial y el promedio de los cuatro mejores especímenes (de seis) debe tener la misma o mayor resistencia marginal normada, después de 28 días de secado al sol y al aire (Altamirano, 2019).

Figura 14

Ensayo de Tracción Indirecta



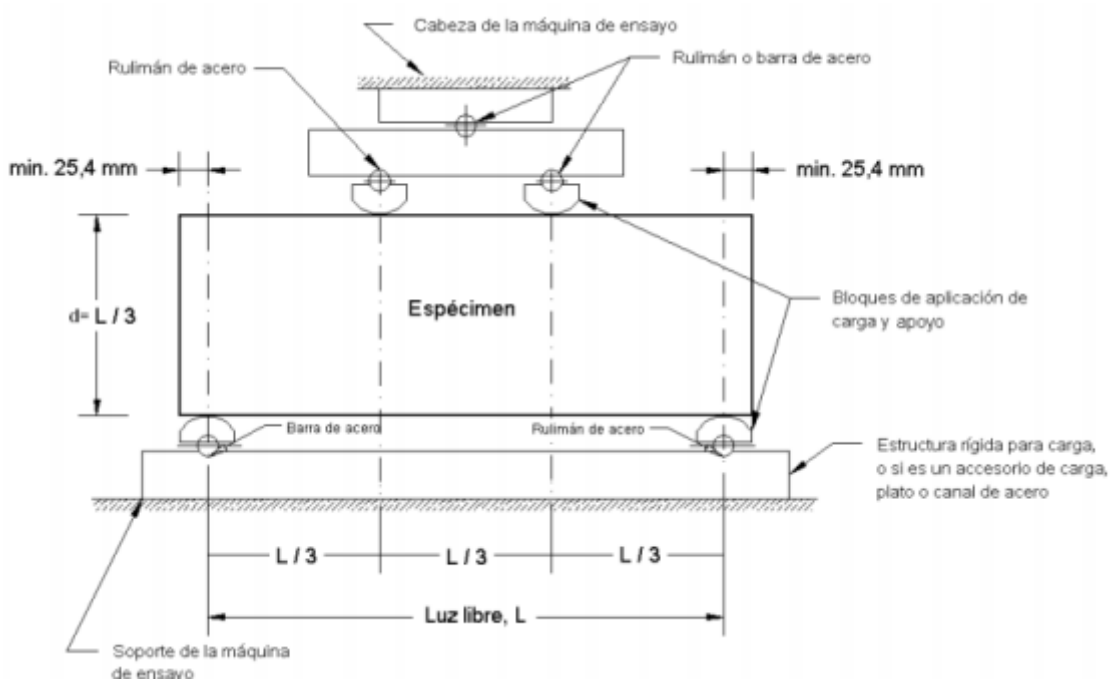
Nota: (Altamirano, 2019).

2.3.9.3. Flexión

Badiola (2004) afirma que es el resultado de una fuerza o momento externo que produce un momento flector cortante puro. La resistencia a la flexión se estima con el coeficiente de fractura según la expresión dada en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2554 según Altamirano (2019), debido a que, nivel nacional no existe una norma que, rija este tipo de ensayo en adobes.

Figura 15

Esquema del Ensayo a Flexión



Nota: Adaptado por Altamirano (2019).

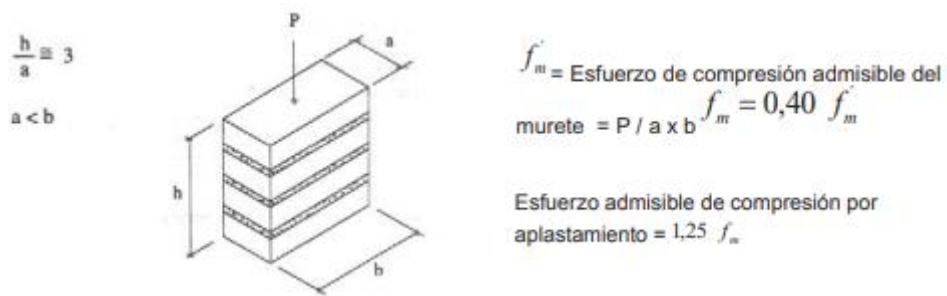
2.3.9.4. Muros a compresión y corte diagonal

Las pruebas se llevan a cabo en muros de adobe o tierra apisonada con una altura igual a tres veces el tamaño mínimo de los cimientos (aproximadamente); tras 28 días de secado, debe alcanzar el límite de resistencia especificado o superarlo (MVCS, 2017).

Para determinar la resistencia al corte diagonal se realiza la prueba en muros de adobe o tapial ubicados de tal forma que reciban la carga en su arista diagonal, según la norma E.080 (MVCS, 2017) debe superar los 0.25 kg/cm².

Figura 16

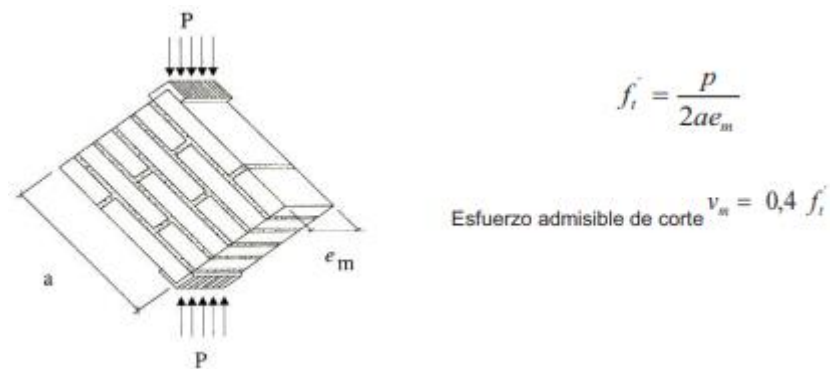
Ensayo de Compresión en Muros de Adobe



Nota: (MVCS, 2017).

Figura 17

Ensayo de Compresión Diagonal en Muros de Adobe



Nota: (MVCS, 2017).

2.3.9.5. Resistencia a la tracción del mortero

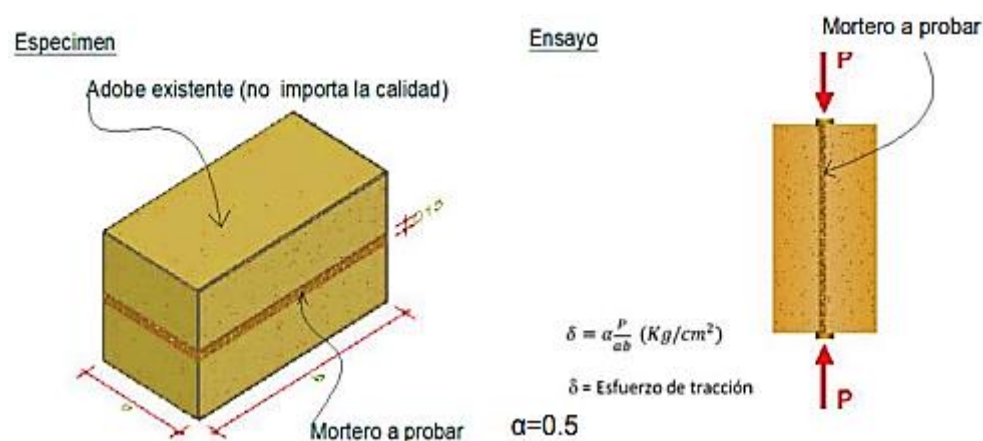
El mortero es el material que aglutina la mampostería de adobe puede requerir la adición de otras sustancias naturales densas (cal de prueba, baba de cactus y otras) para controlar el agrietamiento durante el secado (MVCS, 2017).

El mortero es el material utilizado para unir ladrillos de adobe en mampostería. Fango mezclado con paja y arena gruesa. Mezcla de paja, arena gruesa y a veces, otras sustancias naturales densas para evitar que se agriete durante el proceso de secado (Altamirano, 2019). Siendo así, el mortero utilizado para unir los adobes debe tener la misma composición del adobe a fin de que, presenten la misma resistencia mecánica y no se tenga problemas mecánicos en la construcción de la mampostería.

La resistencia del mortero debe medirse mediante un ensayo indirecto de tracción de mortero en el que dos muestras de mampostería de adobe rejuntadas con barro se someten a compresión (Altamirano, 2019).

Figura 18

Prueba del Mortero a Tracción



Nota: (MVCS, 2017).

2.3.10. Esfuerzos admisibles

Los esfuerzos admisibles del adobe se obtienen de las pruebas mecánicas (resistencia a compresión, tracción, flexión, compresión en muros, corte diagonal en muros), no obstante, Salazar (2007) recomienda que, el esfuerzo admisible sea obtenido de la división del esfuerzo básico entre un factor de seguridad (FS mayor que 1), de tal forma que, aunque uno sabe que el material tiene una resistencia dada lo ponga a trabajar a un esfuerzo menor; así mismo, argumenta que, el valor FS dependerá de lo crítico que el constructor desee ser en cuanto a las características mecánicas de la edificación, en todo caso sugiere FS 1.05 a 1.25.

$$Q_{admisible} = \frac{Q_{básico}}{FS} \quad (9)$$

Sin embargo, para el caso del estudio se ha tomado en cuenta el precepto de Quiroz y Rivera (2021) donde el esfuerzo admisible es igual a la resta del esfuerzo básico promedio menos la desviación estándar obtenida de seis muestras para cada una de las resistencias mecánicas, tal como, se muestra:

$$Q_{admisible} = Q_{básico} - DE \quad (10)$$

En la ecuación 10, $Q_{básico}$ es la resistencia mecánica promedio de seis muestras, DE es la desviación estándar de la resistencia mecánica de seis muestras.

$$C' = \frac{W}{A} \times Fc \quad (11)$$

Donde, C' resistencia en muretes de mampostería, W carga máxima, A superficie, Fc factor corregido de esbeltez, siendo 1.02 para el caso del estudio.

$$C = C' - DE \quad (12)$$

En la ecuación 12, el esfuerzo admisible a compresión en muretes de mampostería (C) es igual a la resta del esfuerzo básico a compresión en muretes C', y la desviación estándar DE.

$$V'm = \frac{W}{A_{diag}} \times F_{edad} \quad (13)$$

Donde, la resistencia a corte diagonal en muretes de mampostería ($V'm$) es el cociente de carga máxima (W) por superficie diagonal (A_{diag}), multiplicado por el factor de corrección de edad, para 28 días es 1.15.

$$Vm = V'm - DE \quad (14)$$

En la ecuación 14, el esfuerzo admisible a corte diagonal en muretes (V_m) es igual a la resta del esfuerzo básico a corte diagonal en muretes $V'm$, y la desviación estándar DE .

En la norma nacional e internacional se argumenta que, los adobes deben cumplir con los esfuerzos mínimos dados en la Tabla 4 y 5, correspondientemente.

Tabla 4

Norma E.080 para Adobes

Lineamiento	Resistencia mecánica (Kg/cm ²)
A compresión de la unidad (fo)	10.20
A tracción	0.81
Del mortero	0.12
A compresión en muros	6.12
A corte diagonal en muros	0.25

Nota: Norma E.080 (MVCS, 2021).

Tabla 5.

Norma UNE 41410 para BTC

Características	BTC1	BTC3	BTC5
Peso (kg)	6.32	6.95	8.18
Densidad (kg/m ³)	1700	1870	2200
Absorción (%)	22	20	20
Resistencia f_c (kg/cm ²)	13.25	30.59	50.98

Nota: Norma UNE 41410 (2008).

2.4. Hipótesis

Ho: La fibra de agave no influye positivamente en los esfuerzos admisibles del adobe de la comunidad campesina de Rambrampata, Chota.

H1: La fibra de agave influye positivamente en los esfuerzos admisibles del adobe de la comunidad campesina de Rambrampata, Chota.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente

La “Fibra de agave” es la materia fibrosa extraída del agave o penca que al ser adicionado al suelo para la fabricación de adobes se espera que, mejore sus propiedades mecánicas considerablemente. Según Condori y Solano (2019, p. 48) la fibra de agave mejora la resistencia a la flexión y las propiedades elásticas de la tierra apisonada, aumenta sus propiedades mecánicas y reduce los huecos, ya que es un hilo muy fino. Por tanto, las fibras naturales de agave se pueden definir como aquellos filamentos obtenidos de las hojas del agave que, son cortadas, procesadas y secadas para su uso como estabilizante en el adobe por sus características de generación de red en el suelo.

2.5.2. Variable dependiente

Los “Esfuerzos admisibles” son las máximas resistencias que, alcanzan los adobes antes de llegar a su punto de falla a compresión, tracción y flexión. Los esfuerzos admisibles del adobe se obtienen de los ensayos mecánicos (compresión, tracción, flexión, compresión en muros, corte diagonal en muros), no obstante, Salazar (2007) recomienda que, el esfuerzo admisible sea obtenido de la división del esfuerzo básico entre un factor de seguridad (FS mayor que 1), pero, en el caso de estudio solo se le ha restado la desviación estándar de la resistencia promedio de los especímenes ensayados.

Tabla 6

Matriz de Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	
				Indicadores	Ítem
VI Fibras de agave	Materia fibrosa extraída del agave o penca	Características de la fibra de agave	Son aquellos filamentos que, presentan ciertas características esenciales que, lo definen como espesor, longitud y peso.	Espesor de fibra	mm
				Longitud de fibra	mm
				Peso volumétrico	Kg/m3
VD Esfuerzos admisibles	Son las máximas resistencias que, alcanzan los adobes antes de llegar a su punto de falla, frente a cargas de compresión, tracción y flexión.	Suelo para adobes	Material compuesto por arcilla, arena y limo, que presenta ciertas características específicas de gradación y plasticidad.	Límite líquido	%
				Límite plástico	%
				Humedad	%
				Gradación	%
				Peso específico	g/cm3
		Esfuerzos del adobe	Son las resistencias máximas del adobe en unidad.	Resistencia a compresión	Kg/cm2
				Resistencia a tracción	Kg/cm2
Esfuerzos de mampostería	Son las resistencias máximas de los muretes de adobes	Resistencia a flexión	Kg/cm2		
		Compresión en muretes	Kg/cm2		
			Corte diagonal en muretes	Kg/cm2	

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El enfoque es cuantitativo, se ha mantenido un procedimiento ordenado guiado por las normas técnicas peruanas para determinar los esfuerzos básicos del adobe tradicional reforzado con fibras de agave, siendo así, se han obtenido datos numéricos para verificar si los mismos cumplen con la norma E.080.

El tipo de investigación fue aplicada, se ha aplicado fibras de agave como refuerzo del adobe convencional, a fin de que, este cumpla con los estándares de resistencia para su uso en muros de mampostería.

El nivel de investigación fue descriptiva correlacional, se ha conexo el porcentaje de adición de fibras de agave como refuerzo del adobe convencional (suelo + 3% de paja) y la resistencia alcanzada con cada dosificación (fibras de agave al 0.0%, 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% del peso del suelo seco).

Tabla 7

Tipo de Investigación

Criterio	Tipo de investigación
Estrategia o enfoque metodológico	Cuantitativa
Finalidad	Aplicada
Objetivos	Descriptiva, correlacional
Control de diseño de la prueba	Experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Fuente de datos	Primaria
Contexto donde sucede	Laboratorio, campo

3.2. Diseño de investigación

Descriptivo correlacional porque, se ha sometido al objeto de estudio “Adobes” a un tratamiento externo, denominado causa, “Fibras de agave” para

generar un efecto o correlación en la variable dependiente “Esfuerzos admisibles” del adobe.

$$M \begin{matrix} \cdot \cdot & x \\ & r \\ \cdot \cdot & y \end{matrix} \quad (15)$$

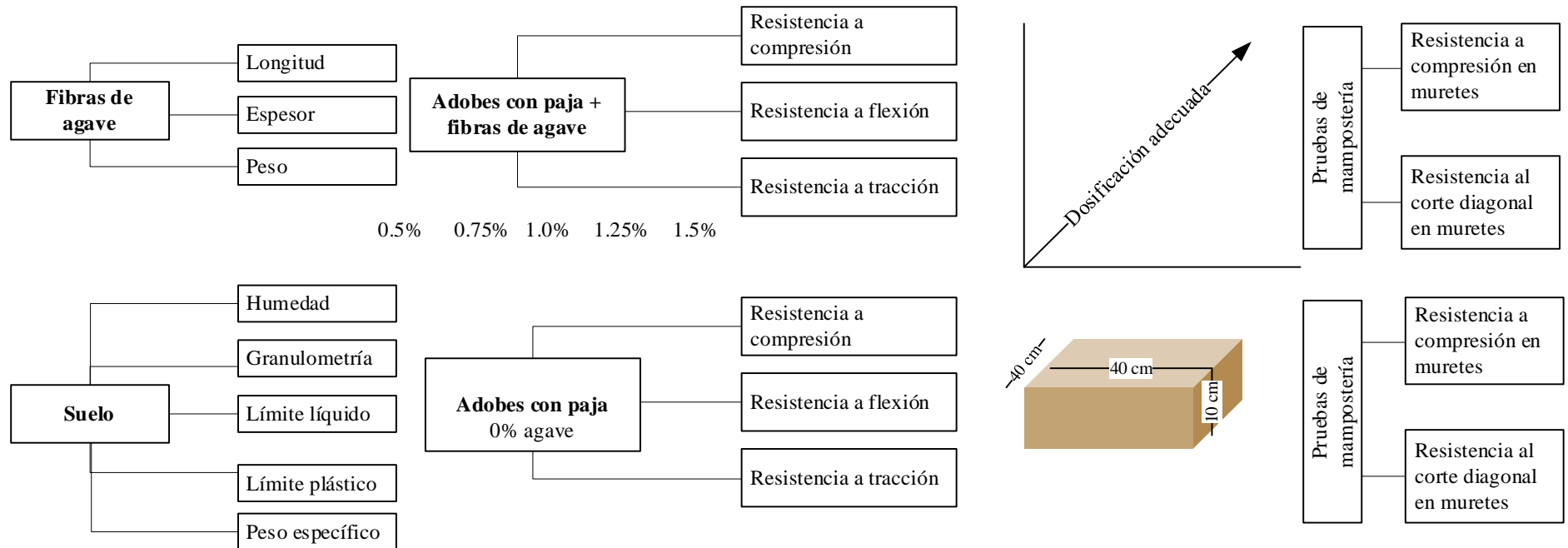
La muestra (M) es el adobe, el tratamiento X son las fibras de agave, y el efecto Y se da en los esfuerzos admisibles del adobe, donde r es la correlación.

3.3. Métodos de investigación

Se ha utilizados en este caso el método hipotético deductivo, donde se parte de una hipótesis para deducir el cumplimiento del mismo, en este caso se ha buscado deducir e inducir si la fibra de agave mejora los esfuerzos admisibles del adobe de la comunidad de Rambrampata, con la finalidad de que, sirva como una nueva propuesta de reforzamiento de las unidades de mampostería para su uso en las construcciones rurales.

Figura 19

Esquema del Diseño Descriptivo Correlacional



3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Todos los adobes elaborados en la comunidad de Rambrampata (763046.24 m E, 9276854.81 m S, a 2782.50 msnm) en el distrito de Chota, elaborados con suelo del terreno natural de la cantera de la misma denominación, agua potable, 3% de paja, y fibras de agave al 0.0%, 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% del peso del suelo seco

3.4.2. Muestra

108 adobes elaborados en la comunidad de Rambrampata, con suelo del terreno natural de la cantera de la misma denominación, agua potable, 3% de paja, y fibras de agave al 0.0%, 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% del peso del suelo seco, para ensayos de compresión (bloques de 10 cm de lado), flexión (adobes de 40 x 40 x 10 cm), y tracción (probetas cilíndricas de 6"x12").

Tabla 8

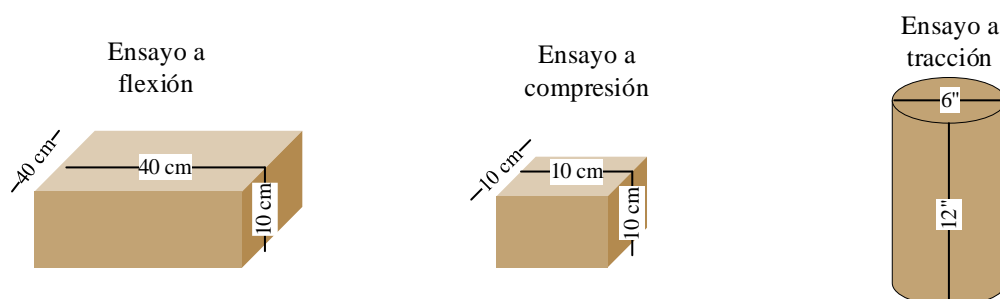
Número de Especímenes de Adobe con Fibras de Agave

Ensayo	Porcentaje de fibras de agave en el adobe						Total
	0	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	
Tracción	6	6	6	6	6	6	36
Compresión	6	6	6	6	6	6	36
Flexión	6	6	6	6	6	6	36
Total	18	18	18	18	18	18	108

A partir de los esfuerzos admisibles determinado con las pruebas de adobe en unidad, se ha definido la dosificación adecuada, misma, con la que, se han realizado pruebas de mampostería en pilas y resistencia en muretes.

Tabla 9*Número de Especímenes de Mampostería*

Ensayo	Muros de adobes sin fibras de agave	Muros de adobes con fibras de agave	Total
Pilas	3	3	6
Muretes	3	3	6
Total	6	6	12

Figura 20*Especímenes de Ensayo de Adobe***3.4.3. Muestreo**

La muestra probabilista de diseño de bloques completamente al azar (DOE factorial), con dos factores: (i) las proporciones de adición de fibra de agave al adobe, con seis niveles (0%, 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% del peso del suelo seco), y (ii) el tipo de espécimen según ensayo, con tres niveles (compresión, tracción y flexión), se ha determinado en el programa Minitab 21, para seis (6) réplicas en concordancia con la norma E.080 (MVCS, 2017). Dando un total de 18 corridas base, y 108 especímenes de análisis.

Tabla 10*Resumen de Diseño Muestral*

Factores: 2	Réplicas: 6
Corridas base: 18	Total, de corridas: 108

Nota: número de niveles: 6; 3.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Observación. Técnica indispensable para constatar que, los procesos de extracción de fibras de la penca de agave, fabricación de adobe y ensayos respectivos, se lleven a cabo correctamente según los lineamientos.

Ensayos de laboratorio. Esta técnica se utiliza en investigaciones cuantitativas de causa – efecto, y permite demostrar el enfoque de un material adicionante X en las características de la variable Y. En el caso del estudio se ha utilizado para verificar el suelo utilizado en los adobes, para verificar la resistencia mecánica de la unidad de adobe y finalmente, para conocer el desempeño a compresión axial y corte diagonal de muretes de adobe elaborados sin y con la dosificación adecuada de fibras de agave en peso del suelo seco.

Análisis. Examen detallado de los resultados de laboratorio para determinar la dosificación adecuada de fibras de agave, siendo aquella que, proporcione mejores resultados mecánicos en el adobe para realizar los ensayos de mampostería.

Comparación. Con esta técnica se han establecido relaciones de semejanza u disimilitud entre los adobes elaborados solamente con paja y los adobes con paja y fibras de agave, a fin de verificar el tipo de unidad con mayores beneficios técnicos para su uso en la edificación.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Cuaderno de campo. Medio de registro de todos los datos de interés de cada proceso realizado como parte de la ejecución de la investigación desde la obtención de las materias primas hasta la fabricación de muros de mampostería.

Formatos de ensayo de laboratorio. Son aquellos medios documentales elaborados según lineamientos técnicos peruanos, en los que, se registra los datos

obtenidos en las pruebas de laboratorio del suelo, adobe y mampostería del adobe sin y con fibras de agave.

Matriz de análisis. Son aquellos gráficos de las propiedades mecánicas del adobe que, coadyuban a la elección de una dosificación óptima, y que, presentan en forma de resumen los resultados de laboratorio.

Matriz de comparación. Es una tabla comparativa. Siendo así, describe la resistencia que aporta las fibras de agave como refuerzo del adobe con paja en símil al adobe solo con paja de la comunidad de Rambrampata.

Tabla 11

Fuentes, Técnicas e Instrumentos

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
VI		Observación	Cuaderno de campo
Fibras de la penca de agave	Primaria	Ensayos de laboratorio	Formatos de ensayos de laboratorio
VD		Observación	Cuaderno de campo
Esfuerzos admisibles	Primaria	Ensayos de laboratorio	Formatos de ensayos de laboratorio
		Análisis	Matriz de análisis
		Comparación	Matriz de comparación

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

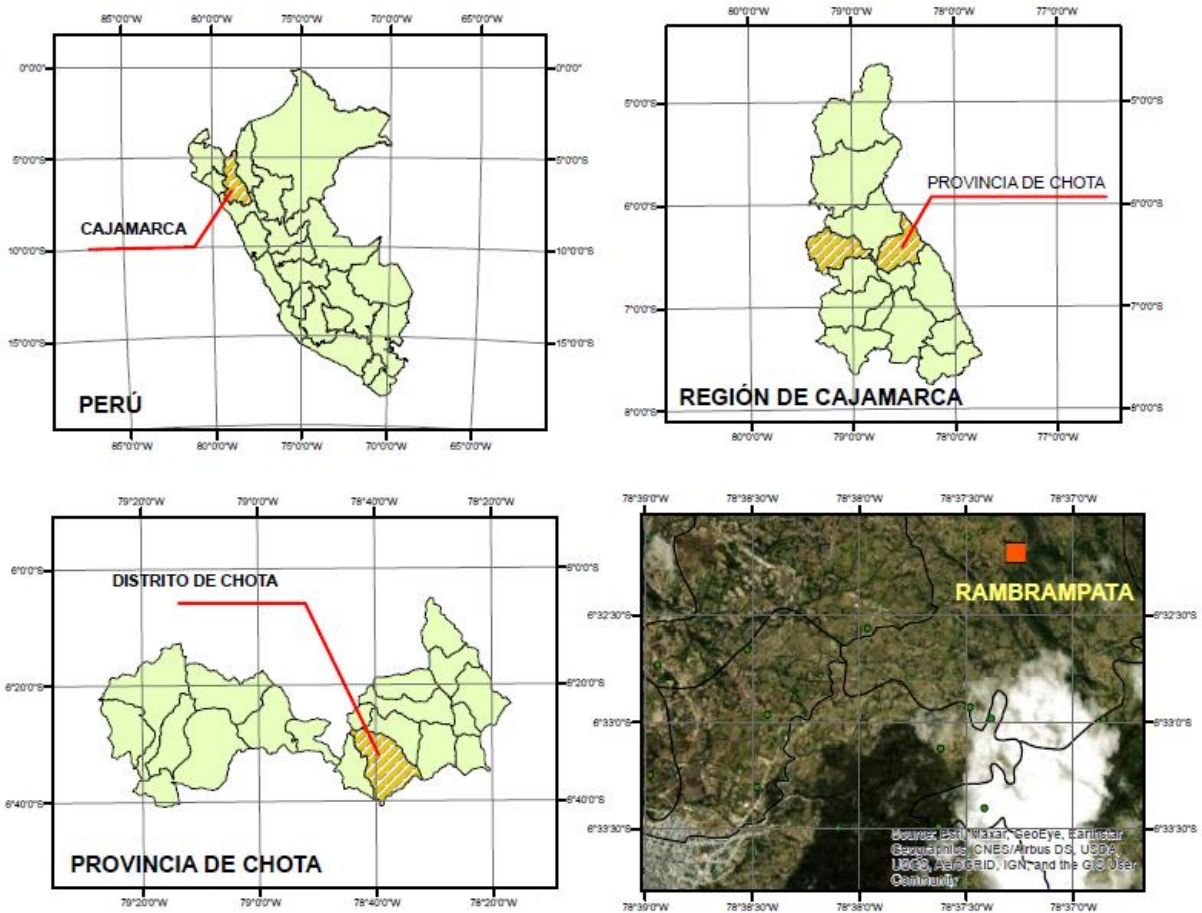
3.6.1.1. Descripción de la comunidad de Rambrampata

La comunidad de Rambrampata se ubica en las coordenadas UTM WGS84 17S 763046.24 m E, 9276854.81 m S, a 2782.50 msnm, en el distrito de Chota, a 6.50 km de la ciudad de Chota, por la zona noroeste, 35 minutos en automóvil. En esta comunidad hay 130 viviendas de material rústico que, han sido fabricadas

con adobe de suelo, paja (3% del suelo) y agua, pero que, presentan grietas y fisuras, lo que, hizo sospechar de una baja resistencia mecánica.

Figura 21

Ubicación de la Comunidad de Rambrampata



3.6.1.2.Recolección y procesamiento de ichu

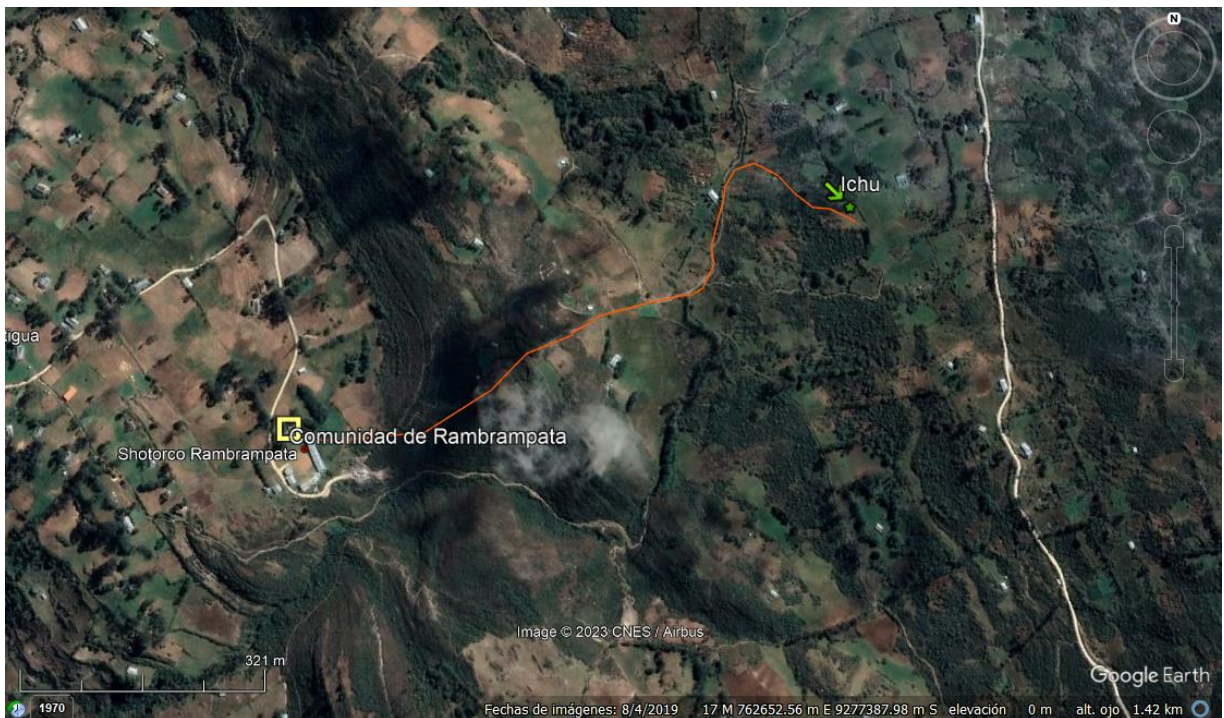
El ichu (paja) se recolecta de las partes altas de la comunidad aproximadamente a 850 m del punto céntrico del centro poblado de Rambrampata en las coordenadas 763788.23 m E, 9277139.12 m S, el acceso estas zonas es por medio de un camino de herradura.

El procesamiento del ichu (paja) consiste simplemente en: (i) la recolección del material (es decir se corta el ichu cuando este está en estado

verde), (ii) el traslado al lugar de uso (traslado manual por medio de cargado en acémilas por un lapso de 30 a 40 minutos) y (iii) el secado en un ambiente al aire libre pero techado para evitar que, el ichu se moje en caso de lluvia, durante el lapso de una semana para garantizar la pérdida de humedad, es decir obtener paja seca y lista para usarse en la producción de adobes tradicionales.

Figura 22

Plantaciones de ichu (paja), Rambrampata



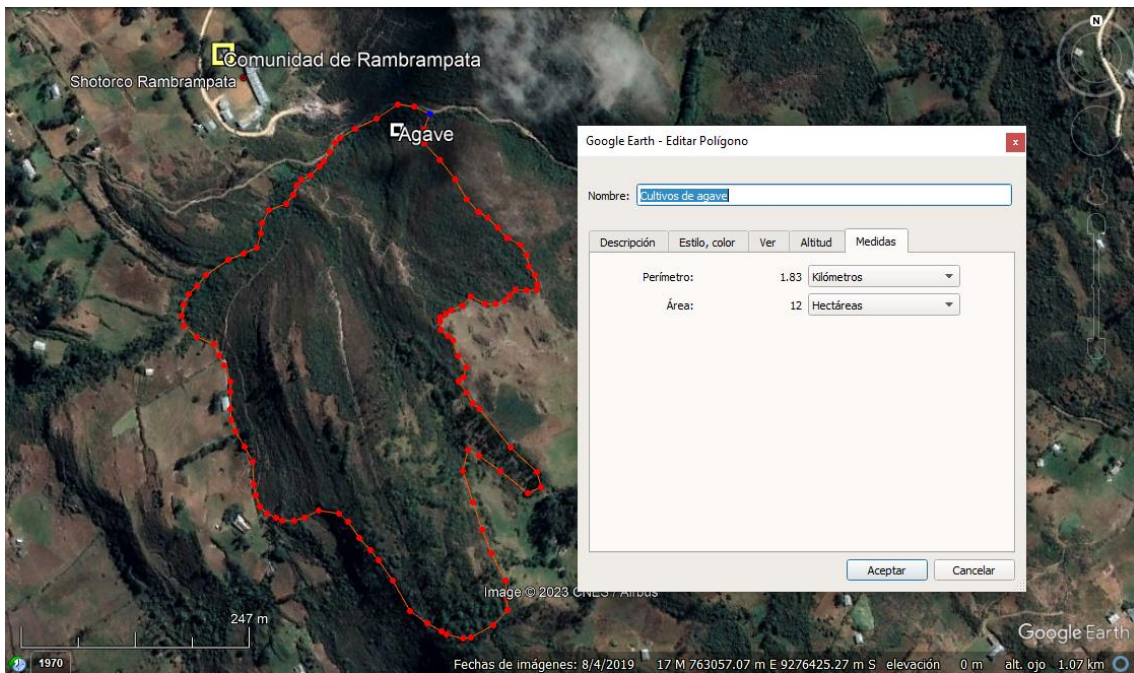
Nota: (Google earth, 2023).

3.6.1.3.Recolección del agave

Los cultivos de agave se encuentran en toda la extensión de la comunidad de Rambrampata, pero son más predominantes en (763235.65 m E, 9276773.85 m S) una extensión de 12 ha. Para su recolección se utilizaron herramientas manuales, apoyados de un machete se cortaron las hojas y tallo en la base de la planta (agave), mismos que, fueron trasladados hacia una vivienda en la comunidad para su procesamiento.

Figura 23

Cultivos de Agave, Rambrampata



Nota: (Google earth, 2023).

3.6.1.4. Procesamiento de las fibras de agave

De las hojas y tallo de la base de la planta de agave se han cortado pequeños filamentos por medio de un cutter (deshilachado en fibras de agave); estos filamentos se han dejado secar durante una semana al aire libre, debajo de una superficie techada para evitar que, se mojasen en caso de lluvia. Luego de siete días, verificando que, los filamentos ya no presenten humedad se procede a cortar en dimensiones de 3 mm de espesor, con longitud de 10 a 50 mm, para uniformizar las fibras de agave, obteniendo así el material adicionante.

Figura 24

Corte de las Hojas de Agave, Rambrampata



3.6.1.5. Obtención de las muestras de suelo

Para la elaboración de adobes los pobladores de la comunidad de Rambrampata utilizan el suelo de toda la extensión de la comunidad, pero mayormente se usa el suelo de la cantera del mismo nombre (763342.07 m E, 9276701.06 m S), lugar donde se ha extraído muestra inalterada de suelo por medio de una cubica en una calicata de 1.50 m de profundidad para las pruebas en el laboratorio GSE de Chota, pero también se ha extraído muestra alterada para la elaboración de adobes.

3.6.1.6. Ensayos de mecánica de suelos

NTP 339.127 Contenido de humedad (INACAL, 2019)

- Se utiliza una muestra de suelo natural que, previamente se pesa, para luego colarla en el horno por un día, y al salir se vuelve a pesar.

NTP 339.128 Granulometría (INACAL, 2019)

- Se seca el suelo y se pasa por un juego de tamices, pesando el material retenido en cada tamiz, para formar la curva de gradación.

NTP 339.129 Límite líquido (INACAL, 2019)

- Se mezcla el suelo que, pasa el tamiz N° 40, con agua para conseguir una pasta uniforme la cual se enrasa en la copa Casagrande a 1 cm de espesor, para hacer una abertura con el acanalador formado dos partes, que deben ser unidas al elevar y caer la copa a razón de 2 caídas por segundo, registrando el número de golpes necesarios para unir la mezcla. El ensayo se replica tres veces.

NTP 339.129 Límite plástico (INACAL, 2019)

- Se usa la mezcla preparada para el ensayo de LL, agregando suelo seco, para luego formar cilindros de 3 mm de diámetros, hasta que estos muestren signos de agrietamiento, pesando y llevando la muestra al horno, para luego volver a ser pesado, replicando el ensayo una vez más.

NTP 339.131 Peso específico y absorción (INACAL, 2019)

- Se determina el peso del suelo seco; se llena la fiola con agua hasta la marca de 500 ml y se pesa, luego se coloca el suelo seco pesado en la fiola vacía y se vierte agua hasta cubrir la muestra agitando, para luego conectar la bomba de vacíos por 15 minutos, para después agregar agua hasta los 500 ml y finalmente pesar (Llique, 2003).

3.6.1.7. Dosificación para elaboración de adobes

El adobe se elaboró en una vivienda de la comunidad de Rambrampata, bajo las condiciones usuales en las que, los pobladores elaboran sus unidades de mampostería, con la dosificación de suelo: paja (3% en peso del suelo), dada por el propietario de la cantera Rambrampata, quien se encarga de la fabricación de

los adobes para las construcciones del lugar, mientras que, para los adobes estabilizados, se ha usado, suelo, agua, 3% de paja y fibras de agave al 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% del peso seco del suelo, siendo así se han codificado respectivamente como Agave (A) seguido de la dosificación de fibra de agave (0, 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5) con la letra A por adobe y el número de muestra (1, 2, 3, 4, 5, 6), tal como:

Tabla 12

Codificación de los Adobes

Número de muestra	Porcentaje de fibras de agave en el adobe					
	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
1	A0A1	A0.5A1	A0.75A1	A1A1	A1.25A1	A1.5A1
2	A0A2	A0.5A2	A0.75A2	A1A2	A1.25A2	A1.5A2
3	A0A3	A0.5A3	A0.75A3	A1A3	A1.25A3	A1.5A3
4	A0A4	A0.5A4	A0.75A4	A1A4	A1.25A4	A1.5A4
5	A0A5	A0.5A5	A0.75A5	A1A5	A1.25A5	A1.5A5
6	A0A6	A0.5A6	A0.75A6	A1A6	A1.25A6	A1.5A6

Tras obtener las materias primas suelo, paja y fibras de agave, se procedió a mezclar los materiales con apisonado en dosificaciones previamente calculadas y pesadas utilizando una balanza, tanto para adobes convencionales solamente con 3% paja, como para adobes con 3% de paja y fibras de agave al 0.0%, 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% del peso del suelo seco, formando una pasta homogénea que, se dejó amasar con agua por una noche.

$$Peso\ de\ suelo = Peso\ específico \times Volumen\ de\ adobe \quad (16)$$

Tabla 13*Materiales para Elaboración de Adobes*

Adobe	Peso de los materiales (kg)		
	Suelo	Paja	Agave
A0	36.14	1.08	0.00
A0.5	29.34	1.08	0.18
A0.75	25.94	1.08	0.27
A1	22.54	1.08	0.36
A1.25	19.13	1.08	0.45
A1.5	15.73	1.08	0.54
Adobe (m)	0.4	0.4	0.1
Volumen	0.016	m3	
Peso específico del suelo	2259	kg/m3	

Nota: (ver anexo C).

Al día siguiente, la mezcla se vierte en moldes, para pruebas a compresión de 10 cm de lado, para ensayos a flexión de 40 x 40 x 10 cm y para tracción cilindros de 12"x6". Vertida la mezcla en los moldes se deja por un lapso de 10 a 30 minutos, luego las muestras se retiran de los moldes y se dejan secar por 28 días, en una superficie plana, al aire libre, con techo para la protección frente a la lluvia.

Una vez completado el plazo de secado se trasladaron las unidades de mampostería al laboratorio GSE - Chota, donde se realizaron los ensayos de mecánica de materiales.

3.6.1.8.Elaboración de muretes de adobe

Utilizando los adobes elaborados convencionales y con la dosificación más adecuada de fibras de agave se han elaborado las pilas, asentado tres adobes continuos con mortero de la misma dosificación del adobe, mientras que, los muretes se han elaborado utilizando seis adobes asentados en filas de dos unidades de mampostería (tres filas).

Figura 25

Proceso de Elaboración de Adobes en Rambrampata



3.6.1.9. Ensayos en adobe

En las unidades de adobe, se han realizado ensayos de compresión, flexión y tracción en el laboratorio GSE - Chota, lugar hasta el cual se trasladaron los especímenes de ensayo. Para compresión se han sometido seis muestras de 10 cm de lado a cargas de compresión tal como, se refiere en la norma E.080 (MVCS, 2017), para el ensayo de tracción se han sometido seis muestras cilíndricas de 6” de diámetro y 12” de alto a cargas de tracción según refiere la norma ASTM C496 y E.080-2017, mientras que, para el ensayo de flexión se han ensayado seis muestras prismáticas de 40 x 40 x 10 cm de lado, simulando un adobe real según la norma ASTM C67.

Figura 26

Ensayos Mecánicos en Adobe



3.6.1.10. Ensayos en muretes de adobe

Para los ensayos en mampostería se han hecho tres pilas y tres muretes con la dosificación de adobes convencionales (suelo: paja), y tres pilas y tres muretes con la dosificación más adecuada de adobes con fibras de agave, que, fueron sometidas al ensayo de resistencia a la compresión y al ensayo de resistencia al corte diagonal en el laboratorio GSE - Chota, utilizando como base para los ensayos la norma E.080 (MVCS, 2017).

Para el ensayo en muretes a compresión se han unido tres adobes, que fueron previamente medidos y luego se colocaron en la máquina de compresión para la aplicación de carga hasta que, evidencia rotura.

Figura 27

Ensayo de Compresión en Mampostería



Para el ensayo en muretes a corte diagonal se unieron tres filas y dos columnas de adobes, que luego fueron colocados en la máquina de corte diagonal para la aplicación de carga hasta rotura, verificando las fallas presentadas.

Figura 28

Ensayo de Corte Diagonal en Mampostería



3.6.2. *Procesamiento de datos*

Los datos obtenidos se han procesado mediante técnicas de agrupación, asociación, síntesis, entre otras, utilizando para ello el programa Microsoft Excel, para finalmente presentar los resultados en tablas y gráficos de barras para realizar adecuadamente el análisis e interpretación de la información con la norma E.080.

3.6.3. *Análisis de datos*

Se ha utilizado técnicas de la estadística inferencial para aceptar o rechazar la hipótesis general de estudio (H1, hipótesis alternativa, Ho hipótesis nula), utilizando para ello, el programa Minitab 21.

3.7. Aspectos éticos

Todo estudio debe cumplir aspectos éticos y de rigor científico, siendo así, en la presente investigación se ha seguido los criterios descritos por Acevedo (2002) quien señala, como aspectos de interés: (i) INTENCIONALIDAD, se da cuando el conocimiento científico a alcanzar es requerido para una población identificada por medio de la descripción de la problemática (ii) BENEFICENCIA, consiste en máximas el impacto positivo para la sociedad con la realización del estudio, y reducir los impactos negativos, siendo así, se ha elaborado adobe estabilizado mejorando el carácter técnico de un producto con grandes beneficios para el medio ambiente, (iii) AUTONOMÍA, garantiza la fiabilidad de la información obtenida con el autor es autónomo en el proceso realizado y garantiza la confiabilidad de la información alcanzada, (iv) JUSTICIA, se asocia con lo bueno y lo correcto, es decir el cumplimiento de todos los valores y criterios de ética y moral científica.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Clasificación del suelo para adobes

El suelo de la comunidad de Rambrampata que se ha utilizado para adobes no cumple con las proporciones de arena y finos de la norma E.080 (MVCS, 2017), así mismo, el huso granulométrico al igual que, el huso de plasticidad, están fuera del rango dado por la norma UNE 41410, por tanto las características del suelo no son las más recomendables para la elaboración de adobes, no obstante, tal como se argumenta en la misma norma para seguir usando el material del lugar, el suelo puede ser estabilizado con la adición de algún aditivo natural y/o industrial; siendo así, se ha utilizado paja y fibras de agave.

El suelo es bastante húmedo tiene 21.87% de contenido de agua, solo el 0.20% es grava, misma que, ha sido tamizada y separada del suelo en la fabricación de adobes; el contenido de arena en el suelo es escaso, solo el 13.70% del suelo es árido, a pesar que, la norma E.080 (MVCS, 2017) sugiere 55% a 70%, además el porcentaje de finos es 86.10%, superando el máximo dado por la norma E.080 (MVCS, 2017) de 20% de arcilla y 25% de limo (máximo 45% de finos), no obstante, a pesar de tener mayor cantidad de finos, el suelo es fluido con un límite líquido (LL) de 50.7%, y presenta poca plasticidad, con un índice de plasticidad (IP) de 22.4% por lo que, no está dentro del rango plástico de la norma UNE 41410, aun así puede ser usado para adobes, previa verificación de que, estos cumplan con los esfuerzos admisibles.

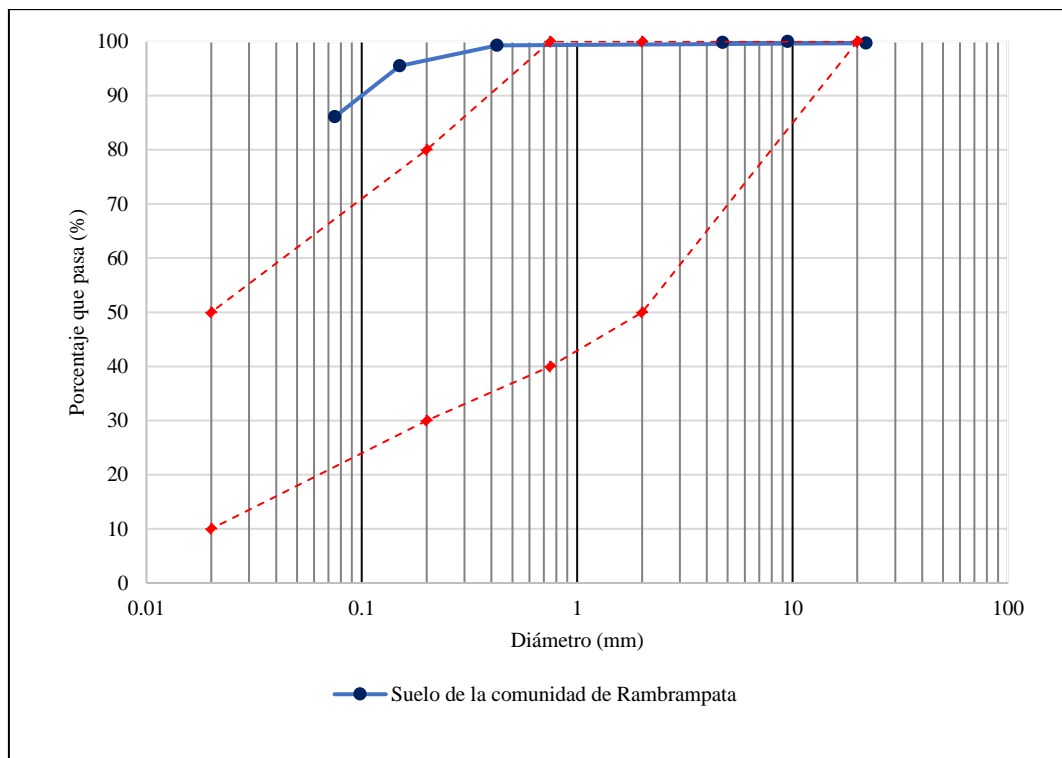
Tabla 14

Propiedades del Suelo para Adobes, Rambrampata

Propiedades físicas	Suelo de la comunidad de Rambrampata
Humedad (%)	21.87
Grava (%)	0.2
Arena (%)	13.7
Finos (%)	86.1
LL (%)	50.7
LP (%)	28.3
IP (%)	22.4
SUCS	MH
AASHTO	A-7-6 (15)
Peso específico de masa (g/cm ³)	2.259
Absorción (%)	12.4

Figura 29

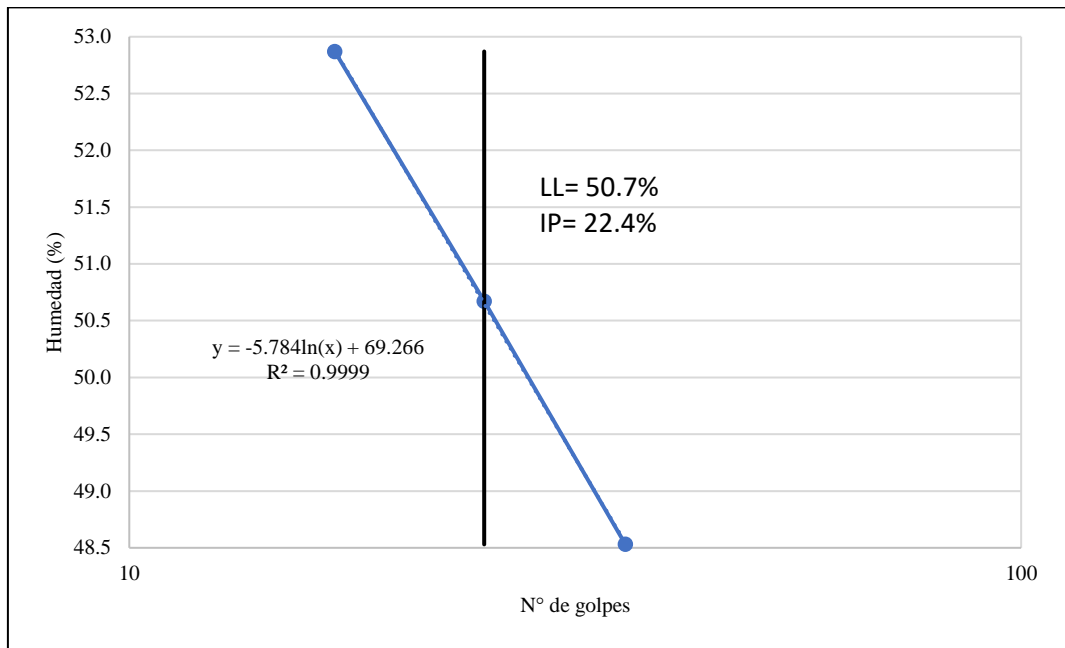
Huso Granulométrico del Suelo para Adobes, Rambrampata



Tamiz (mm)	9.5	4.75	22	0.425	0.15	0.075
% que pasa	100	99.8	99.7	99.3	95.5	86.1

Figura 30

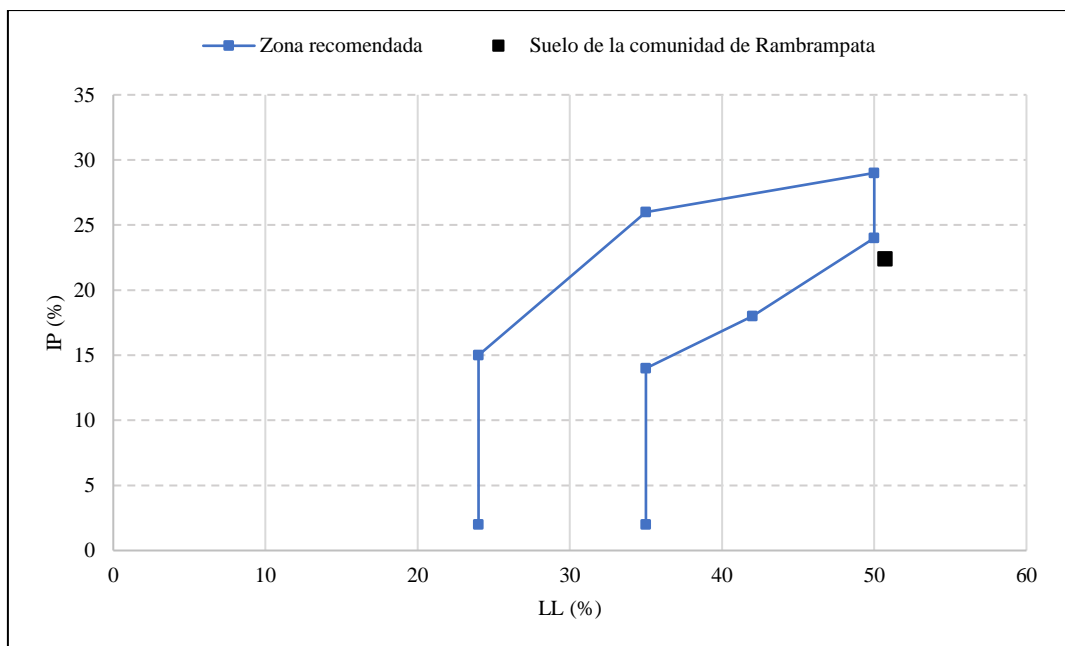
Curva de Fluidez del Suelo para Adobes, Rambrampata



N° golpes	36	25	17
Humedad (%)	48.53	50.67	52.87

Figura 31

Huso de Plasticidad del Suelo para Adobes, Rambrampata

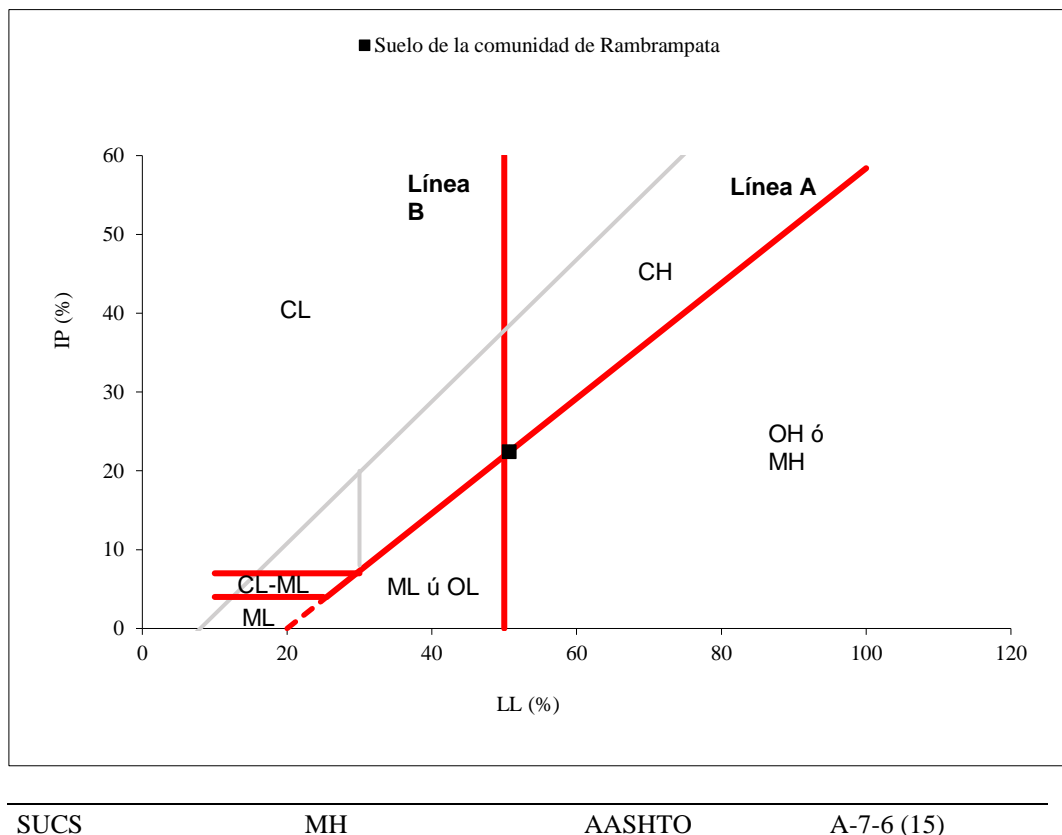


LL (%)	50.7	IP (%)	22.4
--------	------	--------	------

Finalmente, según las características de gradación (grava 0.2%, áridos 13.7%, finos 86.1%) y plasticidad (LL 50.7% e IP 22.40%) del suelo de color marrón oscuro se clasifica según SUCS como limo de alta plasticidad (MH) y según AASHTO como parte del grupo A-7-6 (15) subgrupo del suelo fino altamente plástico sujeto a cambios de volumen importante, es decir se expanden en contacto con el agua, formando una masa maleable, pero al secar se vuelven compactos y de menor peso. Estos suelos finos se usan en la comunidad de Rambrampata para elaborar adobes, pero, su cantidad de finos es mayor a la norma E.080 (MVCS, 2017) y a pesar de ser plásticos no cumplen con el rango de plasticidad (AENOR, 2008).

Figura 32

Clasificación del Suelo para Adobes, Rambrampata



4.1.2. Resistencia a compresión del adobe

Los adobes de la comunidad de Rambrampata presentan mayor resistencia a compresión a mayor porcentaje aditamiento de fibras de agave. El adobe tradicional solamente con paja tiene resistencia a compresión de 25 kg/cm², pero al adicionar 0.50%, 0.75%, 1.0%, 1.25% y 1.50% de fibras de agave la resistencia se incrementa alcanzando 25.56, 26.29, 27.49, 28.65 y 30.13 kg/cm², siendo así, se ha incrementado la resistencia en 2.24%, 5.19%, 9.97%, 14.64% y 20.54% del adobe convencional, por tanto, es favorable utilizar fibras de agave para aumentar la resistencia a compresión del adobe.

Todas las unidades de adobe sin y con fibras de agave cumplen con la norma E.80 (MVCS, 2017) superando los 10.20 kg/cm² de resistencia esperada. Además, cumplen con los lineamientos de resistencia a compresión de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) para un BTC tipo 1, de 13.25 kg/cm², pero la única dosificación que, cumple con los lineamientos de un BTC tipo 3 de 30 kg/cm² de resistencia a compresión son los adobes con 1.50% de fibras de agave.

Tabla 15

Resistencia a Compresión del Adobe con Fibras de Agave

Resistencia a compresión (kg/cm ²)	% de fibras de agave					
	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
N° de adobes	6	6	6	6	6	6
Mínimo	24.95	25.52	26.2	27.25	28.51	30
Máximo	25.42	25.72	26.8	27.98	29.95	30.84
Promedio	25.19	25.64	26.53	27.75	29.31	30.45
Desv. Estándar	0.19	0.08	0.24	0.26	0.65	0.32
F'b (kg/cm ²)	25.00	25.56	26.29	27.49	28.65	30.13

Figura 33

Compresión del Adobe con 0% de Fibras de Agave

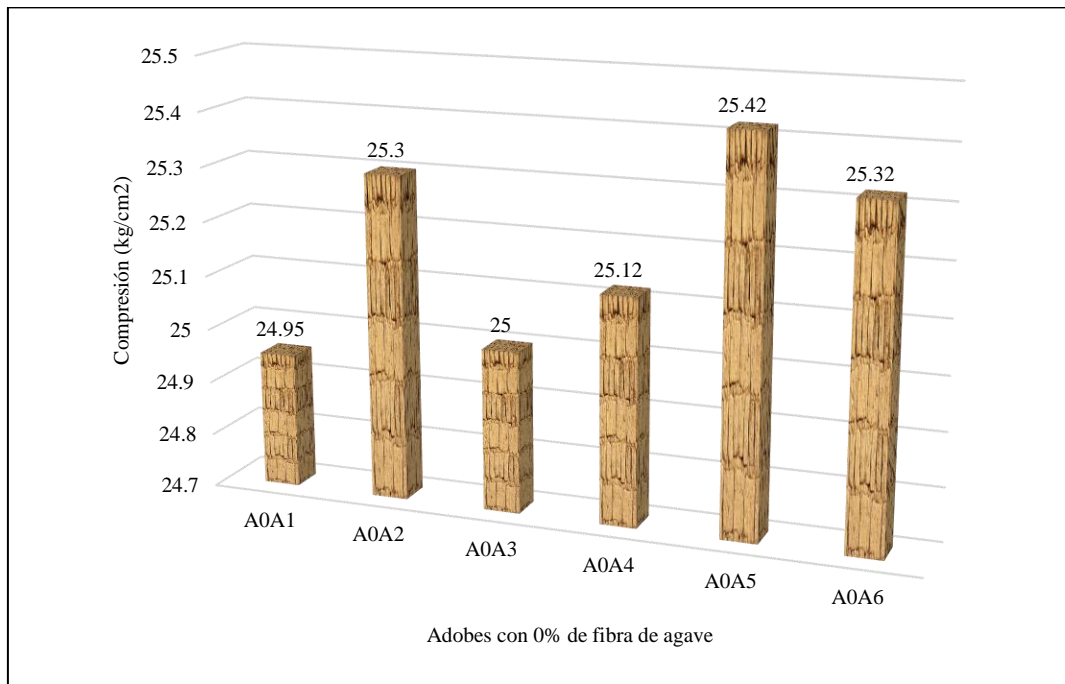


Figura 34

Compresión del Adobe con 0.5% de Fibras de Agave

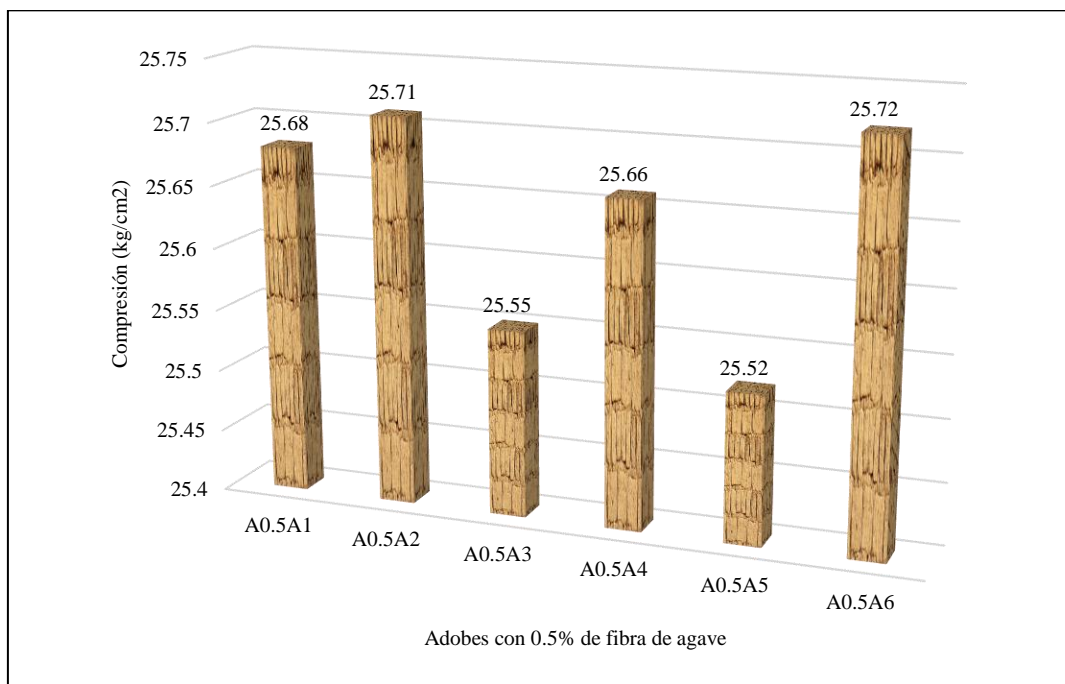


Figura 35

Compresión del Adobe con 0.75% de Fibras de Agave

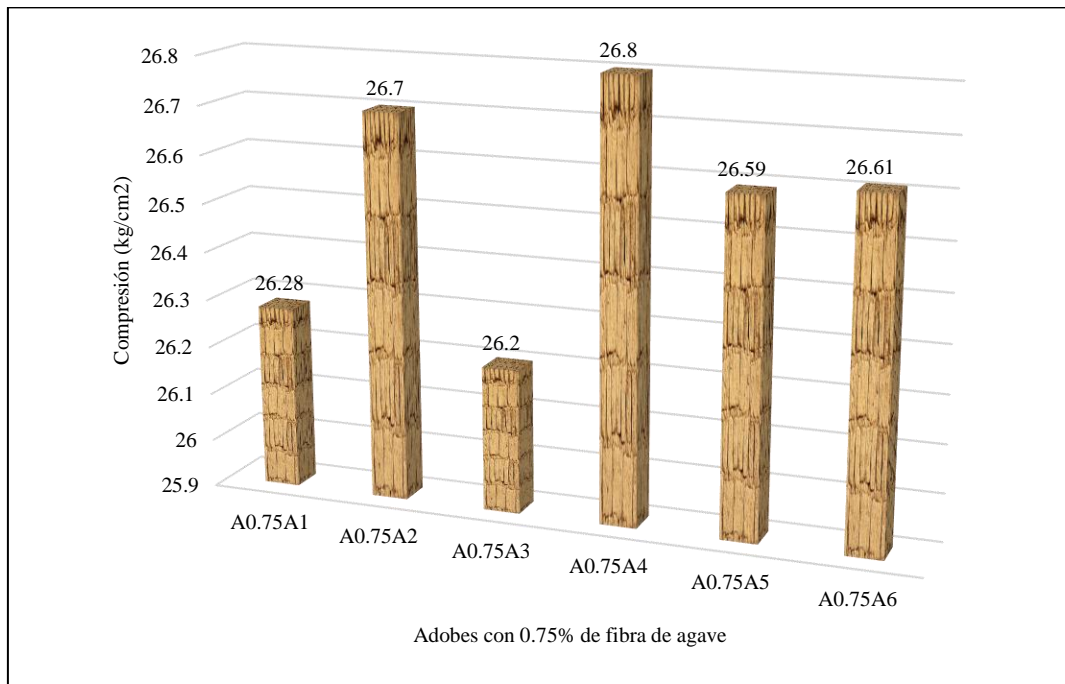


Figura 36

Compresión del Adobe con 1% de Fibras de Agave

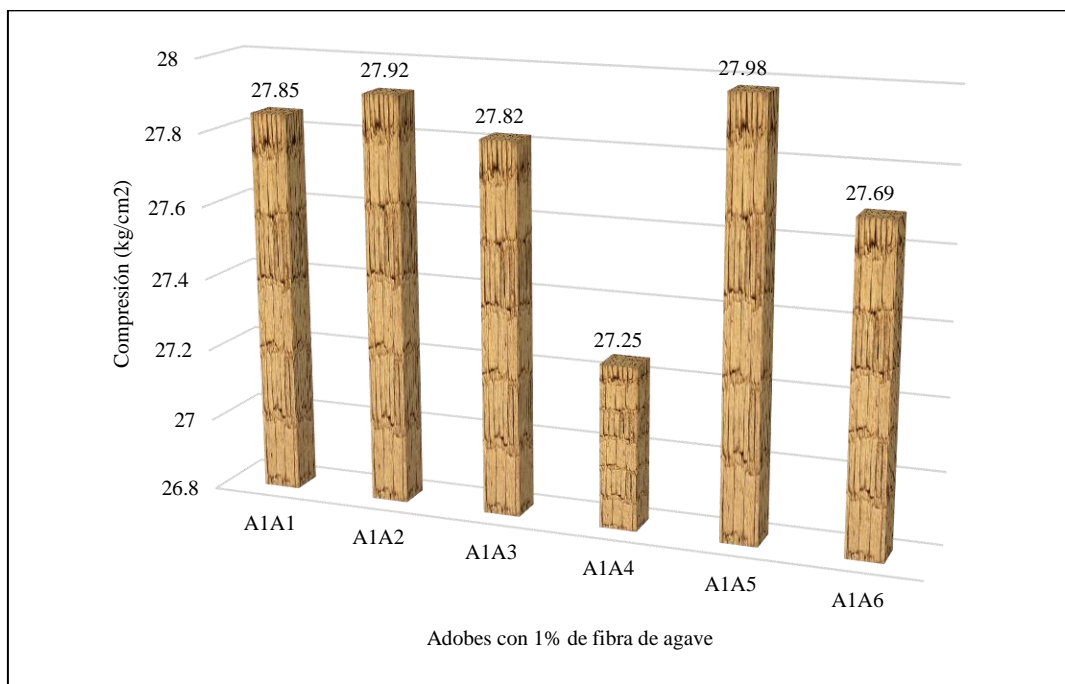


Figura 37

Compresión del Adobe con 1.25% de Fibras de Agave

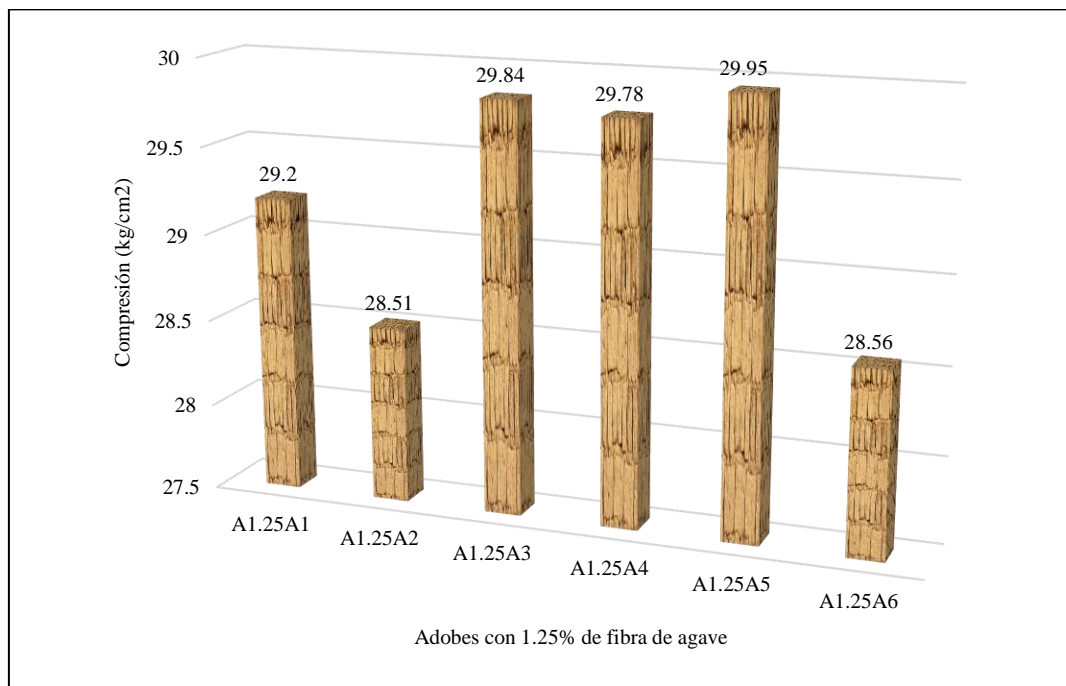
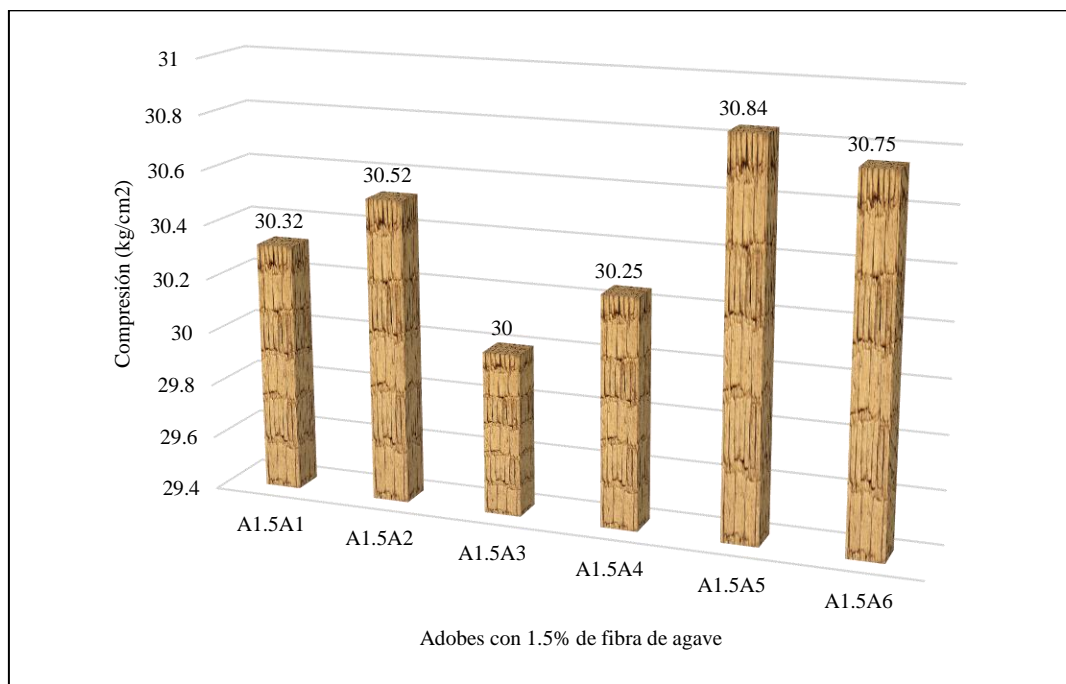


Figura 38

Compresión del Adobe con 1.5% de Fibras de Agave



4.1.3. Resistencia a flexión del adobe

Los adobes de la comunidad de Rambrampata presentan mayor resistencia a flexión a mayor porcentaje de adición de fibras de agave. El adobe tradicional solamente con paja tiene resistencia a flexión de 4.57 kg/cm², pero al adicionar 0.50%, 0.75%, 1.0%, 1.25% y 1.50% de fibras de agave la resistencia se incrementa alcanzando 5.03, 5.95, 6.46, 7.17 y 8.75 kg/cm², siendo así, se ha incrementado la resistencia en 9.90%, 30.07%, 41.31%, 56.80% y 91.41% del adobe convencional, por tanto, es favorable utilizar fibras de agave para aumentar la resistencia a flexión del adobe.

Todas las unidades de adobe sin y con fibras de agave cumplen con la flexión de la UNE 41410 (AENOR, 2008) para un BTC tipo 1, de 3.81 kg/cm², pero la única dosificación que, cumple con los lineamientos de un BTC tipo 3 de 8 kg/cm² de resistencia a flexión son los adobes con 1.50% de fibras de agave.

Tabla 16

Resistencia a Flexión del Adobe con Fibras de Agave

Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Porcentaje de fibras de agave					
	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
N° de adobes	6	6	6	6	6	6
Mínimo	4.6	5.01	5.94	6.23	6.99	8.32
Máximo	4.9	5.18	6.05	6.92	7.84	9.62
Promedio	4.69	5.09	6.00	6.71	7.51	9.22
Desv. Estándar	0.11	0.06	0.05	0.25	0.34	0.47
Mr (kg/cm ²)	4.57	5.03	5.95	6.46	7.17	8.75

Figura 39

Flexión del Adobe con 0% Fibras de Agave

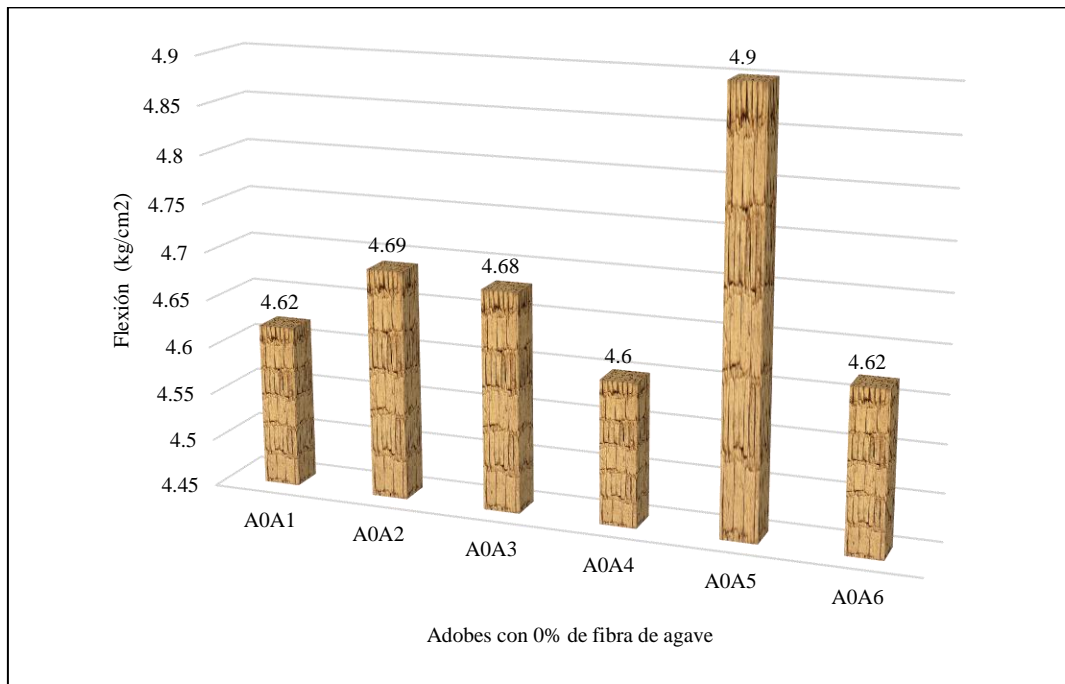


Figura 40

Flexión del Adobe con 0.5% Fibras de Agave

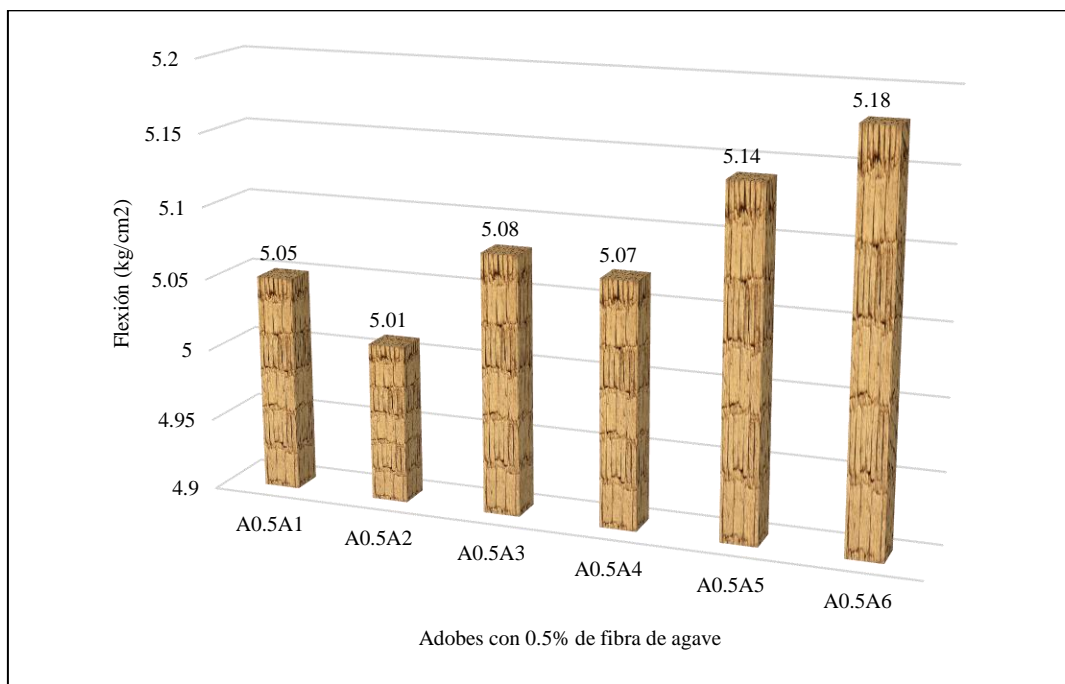


Figura 41

Flexión del Adobe con 0.75% Fibras de Agave

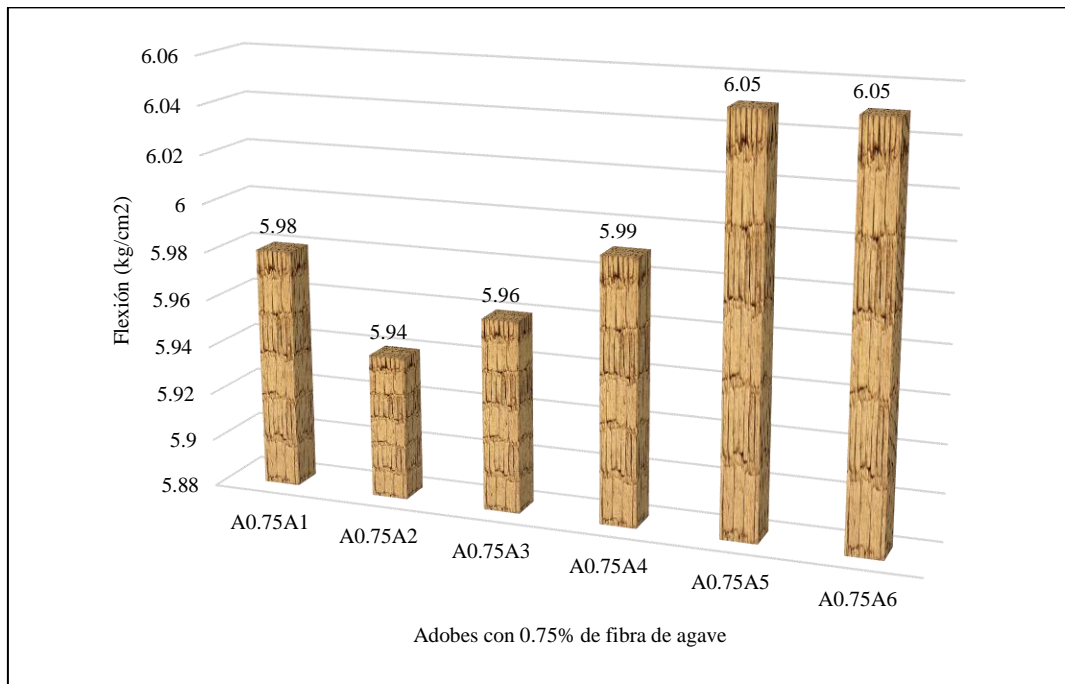


Figura 42

Flexión del Adobe con 1% Fibras de Agave

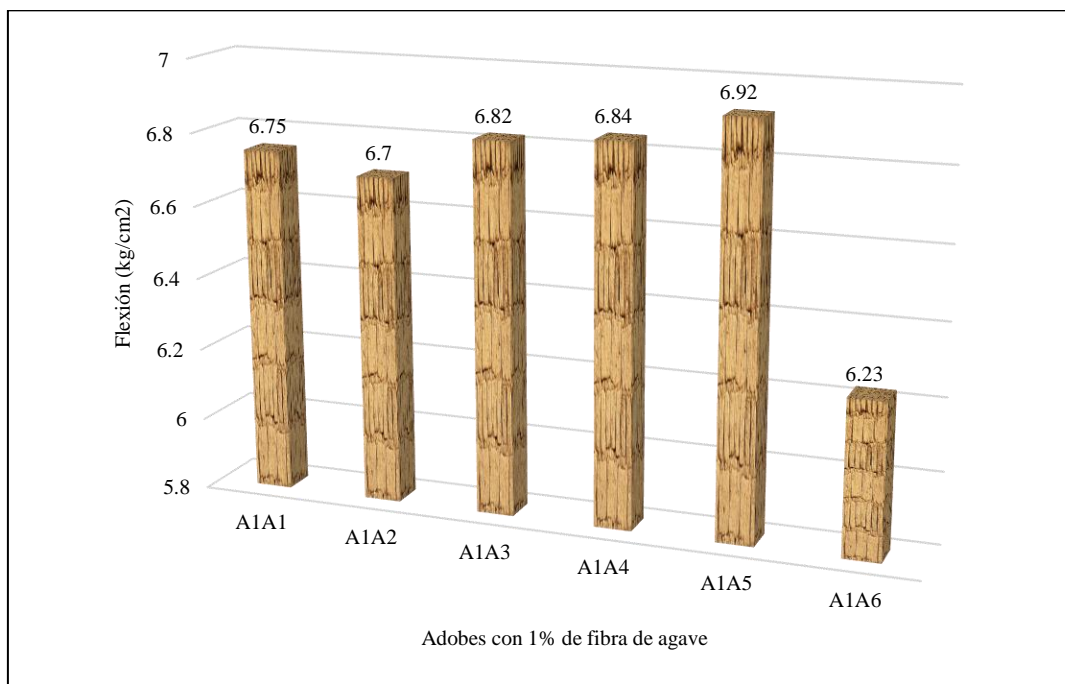


Figura 43

Flexión del Adobe con 1.25% Fibras de Agave

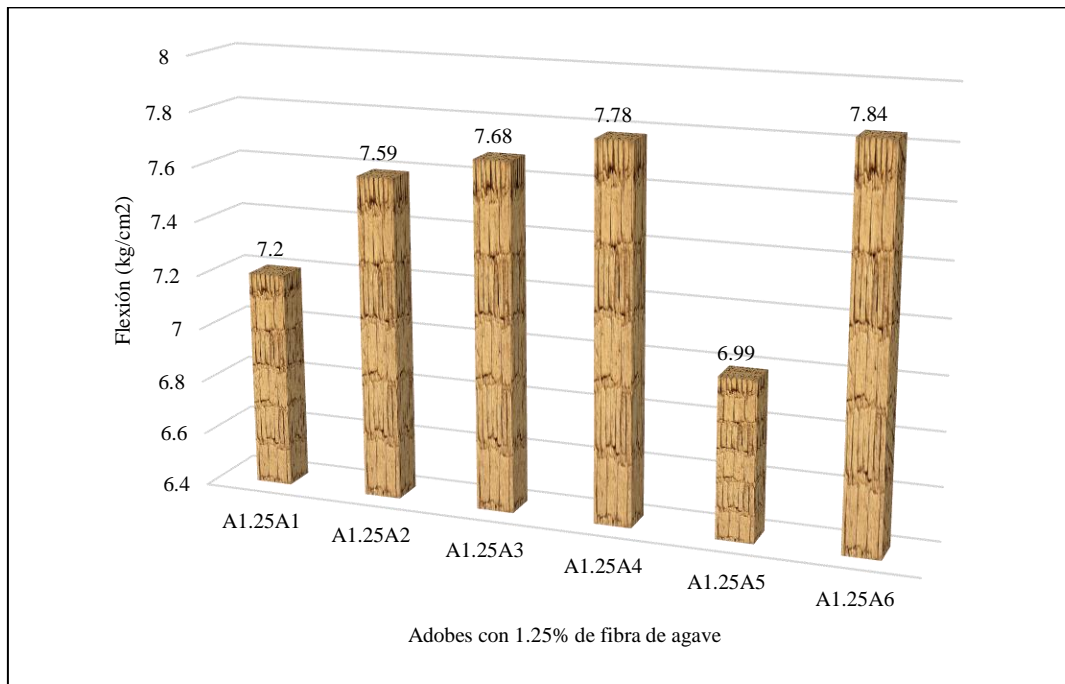
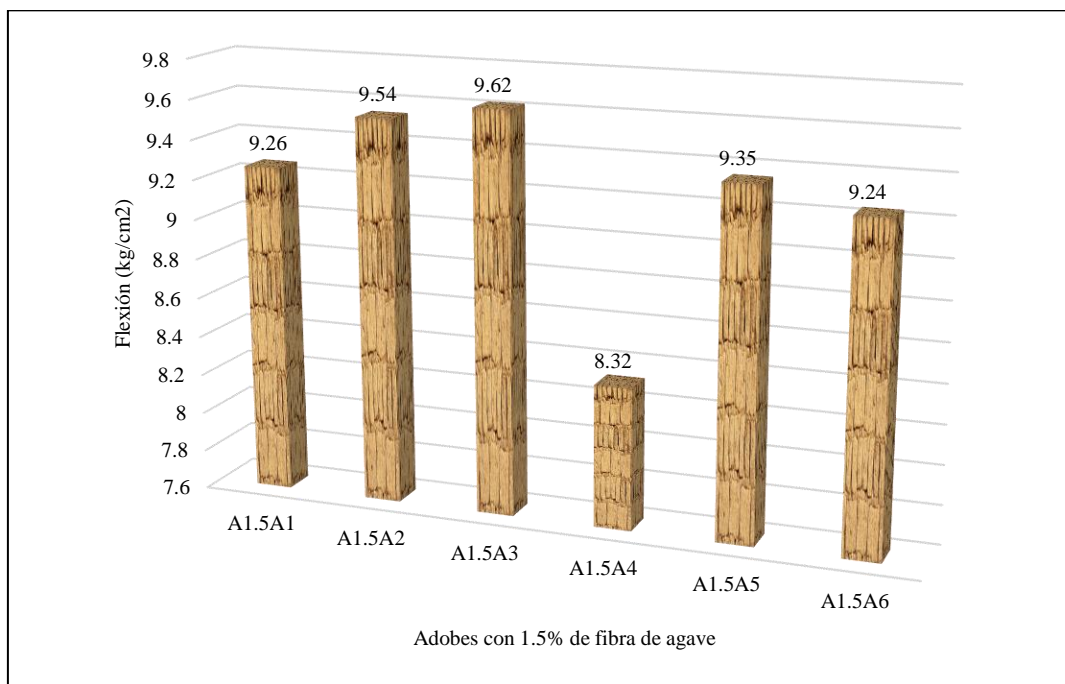


Figura 44

Flexión del Adobe con 1.5% Fibras de Agave



4.1.4. Resistencia a tracción del adobe

Los adobes de la comunidad de Rambrampata presentan mayor resistencia a tracción a mayor aditamento de fibras de agave. El adobe tradicional solamente con paja tiene resistencia a tracción de 4.50 kg/cm², pero al adicionar 0.50%, 0.75%, 1.0%, 1.25% y 1.50% de fibras de agave la resistencia se incrementa alcanzando 4.75, 4.93, 5.30, 5.61 y 5.87 kg/cm², siendo así, se ha incrementado la resistencia en 5.59%, 9.58%, 17.93%, 24.76% y 30.51% del adobe convencional, por tanto, es favorable utilizar fibras de agave para aumentar la resistencia a tracción del adobe.

Todas las unidades de adobe sin y con fibras de agave cumplen con la tracción de la norma E.80 (MVCS, 2017) superando los 0.81 kg/cm² de resistencia esperada.

Tabla 17

Resistencia a Tracción del Adobe con Fibras de Agave

Resistencia a tracción (kg/cm ²)	Porcentaje de fibras de agave en el adobe					
	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
N° de adobes	6	6	6	6	6	6
Mínimo	4.53	4.62	4.85	5.22	5.42	5.9
Máximo	5.15	5.53	5.98	5.85	6.12	6.81
Promedio	4.74	5.11	5.34	5.55	5.86	6.24
Desv. Estándar	0.24	0.36	0.41	0.24	0.25	0.37
Rt (kg/cm ²)	4.50	4.75	4.93	5.30	5.61	5.87

Figura 45

Tracción del Adobe con 0% Fibras de Agave

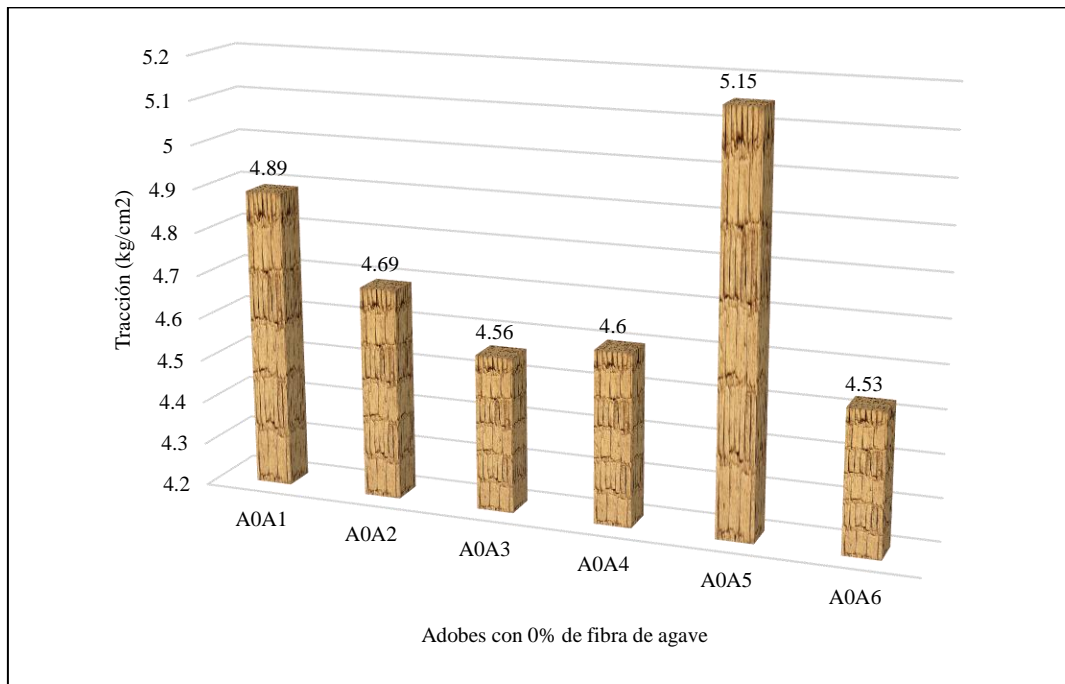


Figura 46

Tracción del Adobe con 0.5% Fibras de Agave

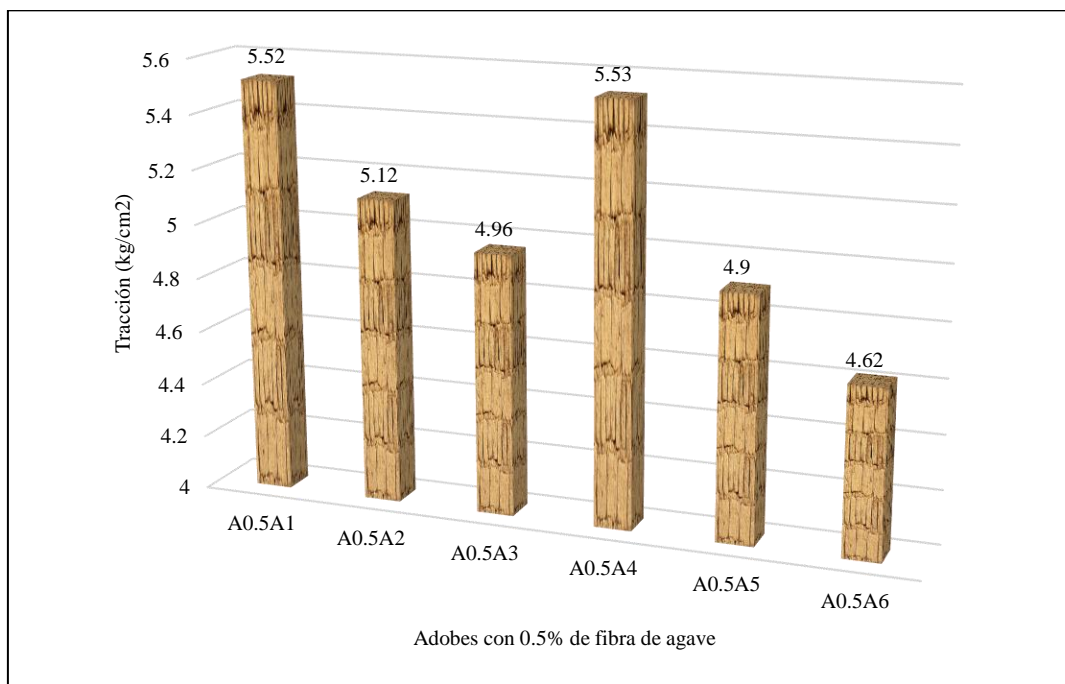


Figura 47

Tracción del Adobe con 0.75% Fibras de Agave

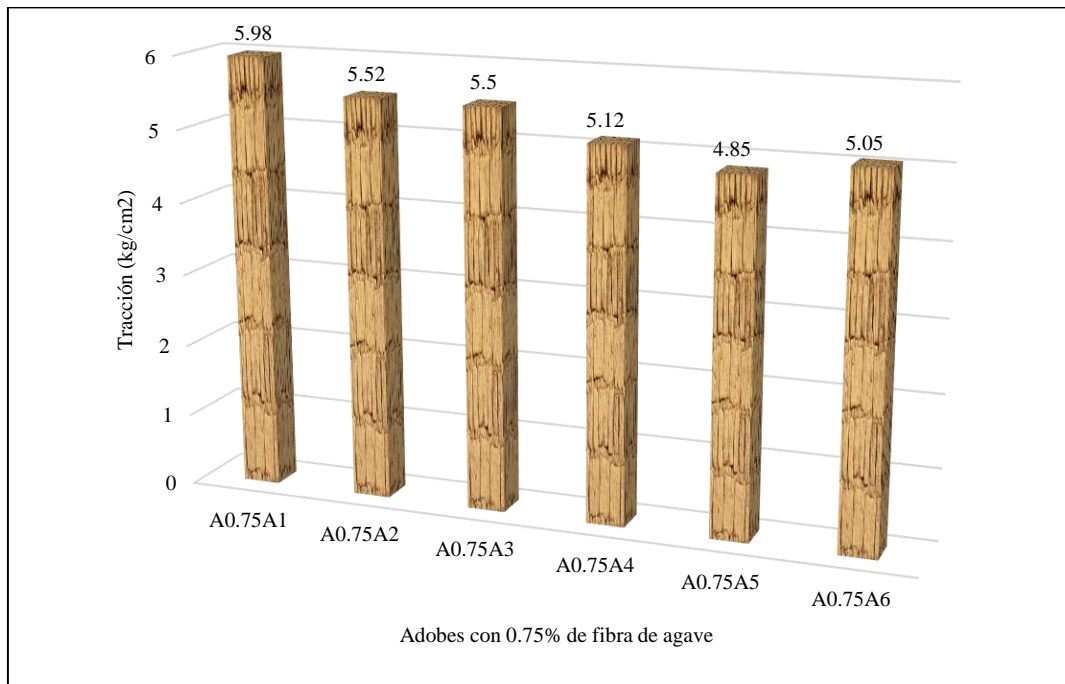


Figura 48

Tracción del Adobe con 1% Fibras de Agave

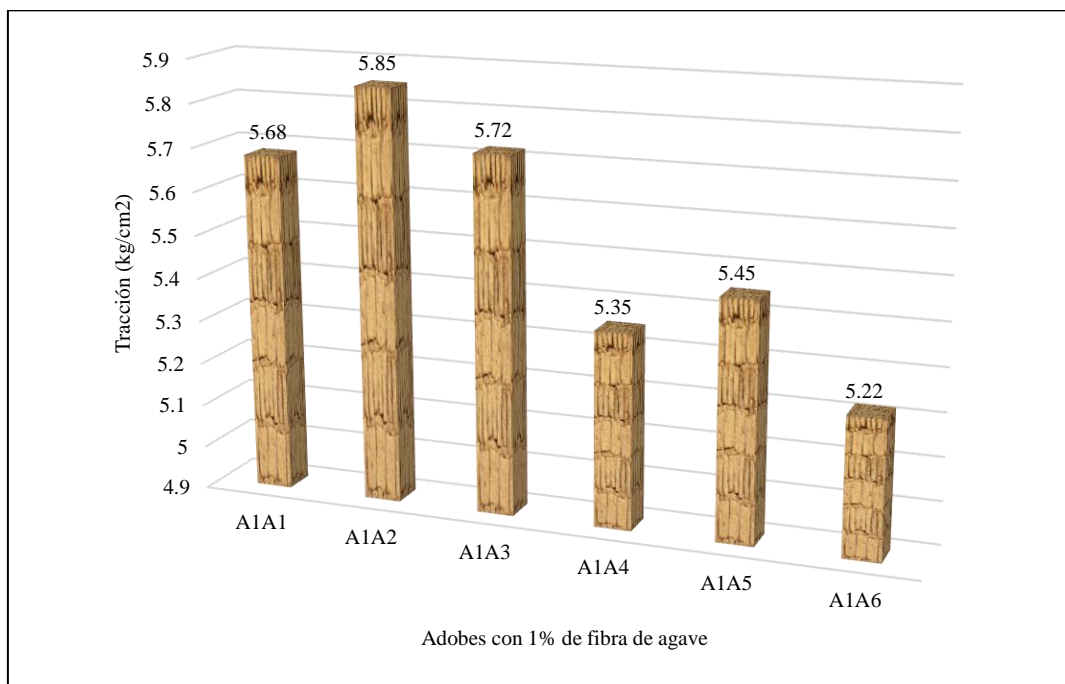


Figura 49

Tracción del Adobe con 1.25% Fibras de Agave

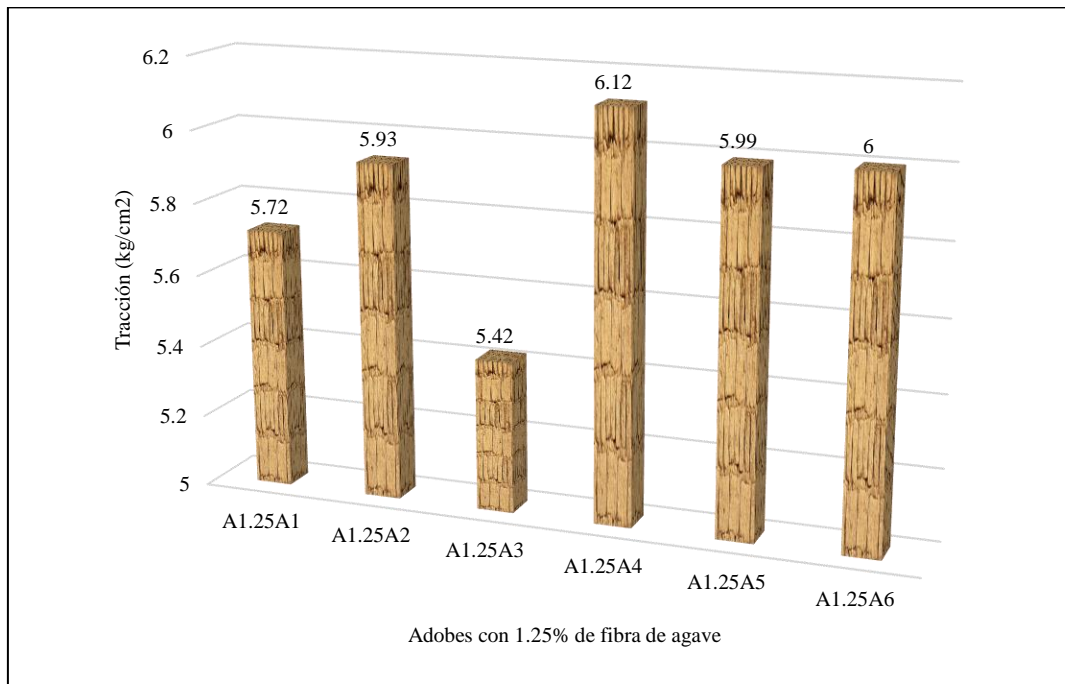
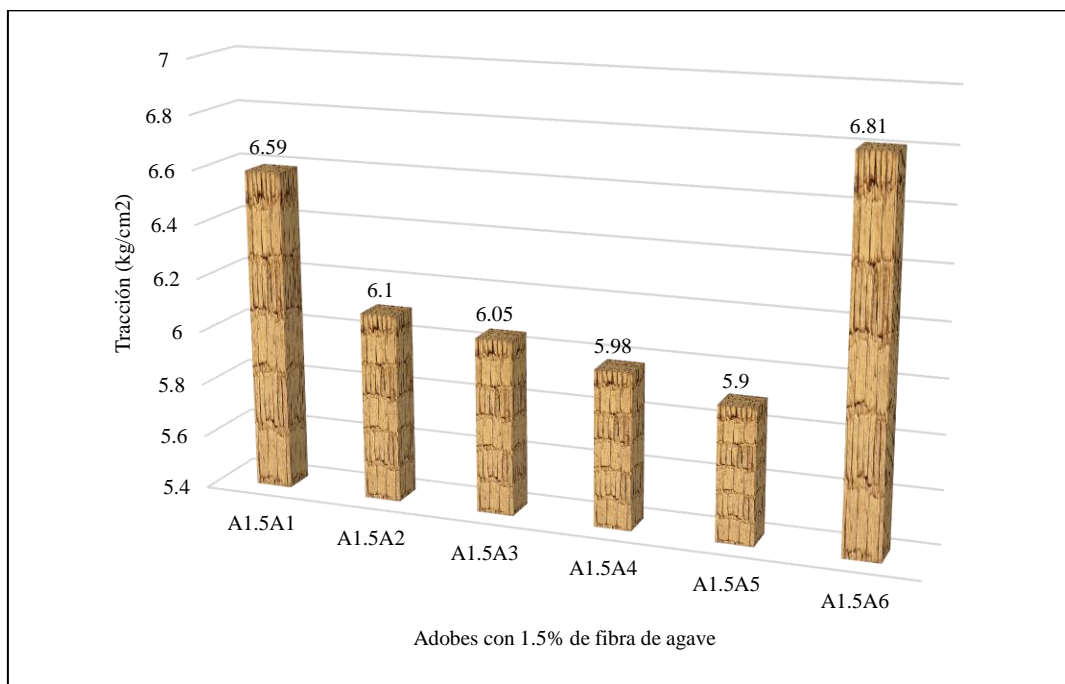


Figura 50

Tracción del Adobe con 1.5% Fibras de Agave



4.1.5. Dosificación adecuada de fibras de agave en el adobe

Para determinar la dosificación adecuada de fibras de agave en el adobe se han contrastado las propiedades de la unidad de mampostería, siendo estas peso del adobe, y resistencia mecánica en unidad. Siendo así, se han elaborado adobes con 0%, 0.5%, 0.75%, 1.0%, 1.25% y 1.50% de fibras de agave, 3% de paja y suelo de la comunidad de Rambrampata, determinando que, a mayor porcentaje de fibras de agave menor peso de las unidades de mampostería, esto se debe a que, dichas fibras ocupan espacio en la matriz reduciendo el contenido de suelo y por ende, disminuyen el peso de la unidad de adobe, lo cual es favorable porque se logran unidades de mampostería con mayor facilidad de trabajo al requerir menor esfuerzo para su traslado, no obstante, esta disminución es de tan solo el 1% del peso del adobe convencional.

Tabla 18

Peso de la Unidad de Adobe

Peso (kg)	Porcentaje de fibras de agave en el adobe					
	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
N° de adobes	6	6	6	6	6	6
Mínimo	18.23	18.11	17.99	17.84	17.69	17.58
Máximo	28.24	18.15	18.02	17.92	17.81	17.72
Promedio	23.24	18.13	18.01	17.88	17.75	17.64
Desv. Estándar	5.47	0.02	0.01	0.03	0.04	0.05
Peso (kg)	17.77	18.11	18.00	17.85	17.71	17.59

Al analizar las características mecánicas, se ha llegado a determinar que, a mayor porcentaje de fibras de agave mayor resistencia a compresión, flexión y tracción en los adobes, no obstante, todas las unidades de mampostería sin importar el porcentaje de fibras de agave en la mezcla (0%, 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25% y 1.50%) cumplen con la norma E.080, debido a que, superan la mínima

resistencia a compresión (10.20 kg/cm²), a flexión (3.81 kg/cm²), y a tracción (3.81 kg/cm²), no obstante, si la comparación se realiza con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) para bloques de tierra comprimida BTC tipo 3, la única dosificación que, cumple con los lineamientos de resistencia a compresión (mayor a 30 kg/cm²) son los adobes con 1.50% de fibras de agave, y por tanto, se ha considerado a esta la dosificación adecuada para muretes de adobe.

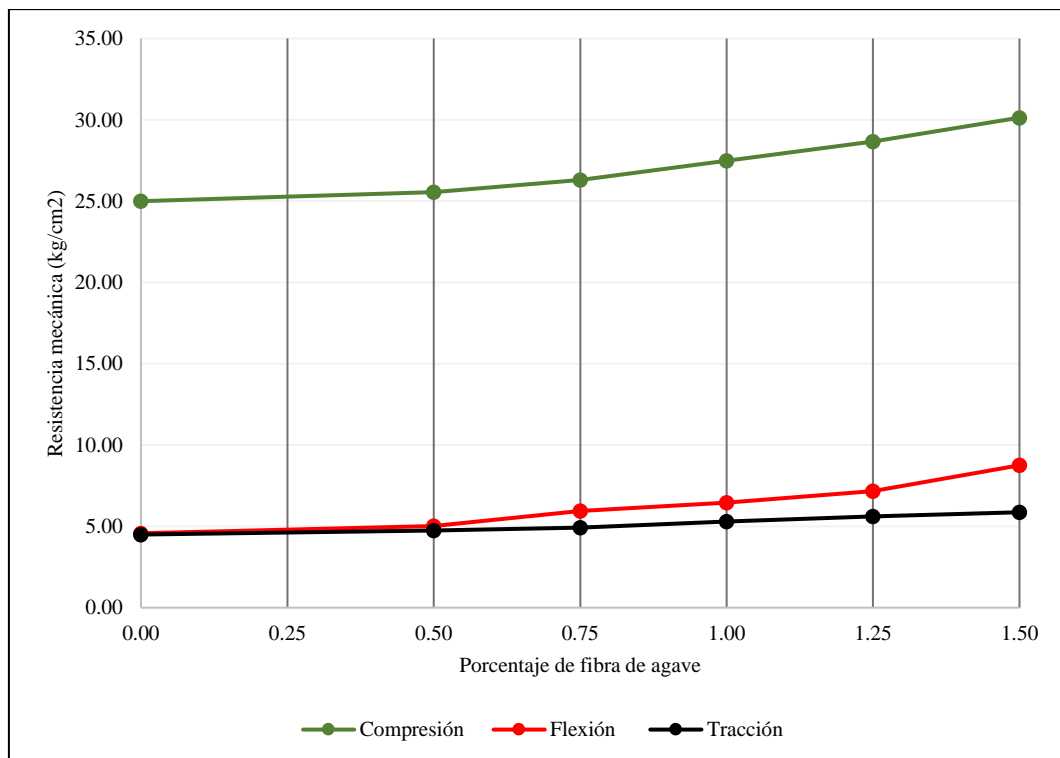
Tabla 19

Esfuerzos Admisibles en Unidad de Adobe

Esfuerzos admisibles (kg/cm ²)	Porcentaje de fibras de agave en el adobe						Norma E.080	UNE 41410
	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50		
N° de adobes	6	6	6	6	6	6		
Compresión	25.00	25.56	26.29	27.49	28.65	30.13	10.2	30
Flexión	4.57	5.03	5.95	6.46	7.17	8.75		3.81
Tracción	4.50	4.75	4.93	5.30	5.61	5.87	0.81	

Figura 51

Variación de los Esfuerzos Admisibles en Unidad de Adobe según



4.1.6. Resistencia en mampostería de adobe

La resistencia en mampostería del adobe sin y con 1.5% de fibra de agave cumple con la norma E.080 (MVCS, 2017) presenta 8.15 kg/cm² y 9.04 kg/cm² de resistencia a compresión en muretes, respectivamente; y 0.39 kg/cm² y 0.49 kg/cm² de resistencia a compresión diagonal en muretes, respectivamente, por tanto, superan el mínimo de 6.12 kg/cm² (para compresión en muretes) y 0.25 kg/cm² (para compresión diagonal en muretes), siendo así, en mampostería ambas unidades (sin y con fibras de agave) cumplen con los objetivos de resistencia mecánica, superando en 33.09% y 47.74% la resistencia a compresión normada (MVCS, 2017) y en 57.40% y 96.78% la resistencia a compresión diagonal normalizada (MVCS, 2017), sin embargo, las unidades que, logran mayor incremento en la resistencia de muretes son los adobes con fibras de agave, debido a que, superan la resistencia a compresión y a compresión diagonal de los muretes convencionales en 11.01% y 25.02%, respectivamente, dándole mayor firmeza a los muros de adobe y mayor seguridad frente a eventos sísmicos.

Tabla 20

Resistencia a Compresión en Muretes de Adobe

Resistencia a compresión en muretes (kg/cm ²)	Porcentaje de fibras de agave en el adobe	
	0.00	1.50
N° de adobes	6	6
Mínimo	8.11	9.02
Máximo	8.40	9.10
Promedio	8.25	9.07
Desv. Estándar	0.11	0.03
f'm (kg/cm ²)	8.15	9.04

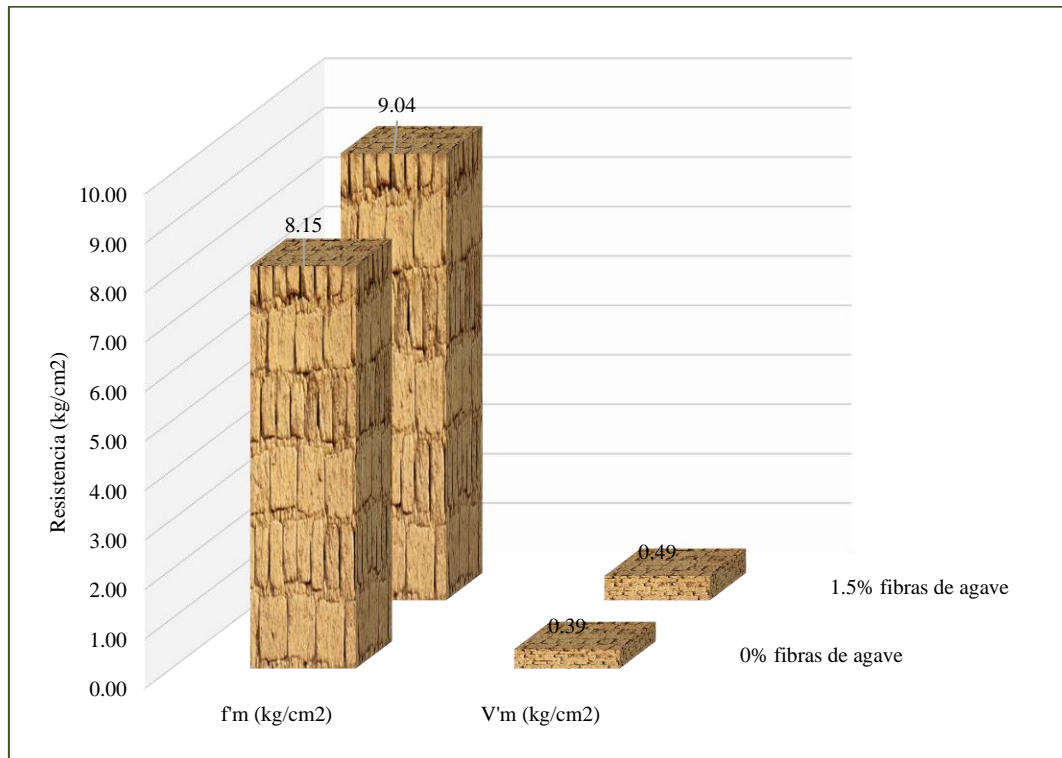
Tabla 21

Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe

Resistencia a compresión diagonal en muretes (kg/cm ²)	Porcentaje de fibras de agave en el adobe	
	0.00	1.50
N° de adobes	6	6
Mínimo	0.38	0.48
Máximo	0.45	0.55
Promedio	0.42	0.52
Desv. Estándar	0.02	0.03
f'v (kg/cm ²)	0.39	0.49

Figura 52

Resistencia en Muretes de Adobe



4.1.7. Comparación técnica del adobe convencional y con fibras de agave

Al comparar técnicamente el adobe convencionales con paja y el adobe reforzado con fibras de agave, para su uso en edificaciones rústicas en la comunidad de Rambrampata, es evidente que, los adobes estabilizados con fibras de agave presentan mejores características mecánicas a compresión, flexión, tracción, compresión en muretes y compresión diagonal en muretes, pero si se comparan los resultados con la norma E.080 (MVCS, 2017), todas las unidades cumplen con la normatividad e inclusive los adobes sin fibras de agave (adobes convencionales), por tanto, cualquier unidad puede utilizarse en muros de mampostería, sin embargo, el uso de unidades de adobe con fibras de agave significa un costo mayor al de los adobes convencionales. En el costo de elaboración de los adobes solo varía el costo por aditamiento de las fibras de agave en la mezcla, los precios de mano de obra y demás materiales se mantienen constantes, siendo así, el costo de los adobes con fibras de agave es mayor al costo del adobe convencional solamente con paja, no obstante, esta diferencia no representa ni el 1% de incremento, siendo 0.89% para el adobe con 1.50% de fibras de agave. Es evidente que, el costo se eleva mínimamente, pero su uso para los comuneros podría parecer obsoleto si su adobe convencional ya cumple con la norma E.080 (MVCS, 2017), pero, si se comparan con la norma española UNE 41410 (AENOR, 2008) cuyos requisitos mecánicos son más estrictos debido a que exigen mayor seguridad para sus edificaciones; los adobes convencionales ya no cumplirían los lineamientos normativos, ya que, dicha normatividad exige que, la resistencia a compresión de un adobe, para ellos denominado como bloque de tierra compactada (BTC) tipo 3, supere o iguale la resistencia a compresión de 30 kg/cm²; siendo así, inclusive el único adobe que, cumple con este criterio es el

adobe elaborado con 1.50% de fibras de agave, el cual alcanza el esfuerzo admisible a compresión de 30.13 kg/cm², por tanto, técnicamente el adobe con fibras de agave tiene mejores características mecánicas que, el adobe sin fibras de agave, ya que, no solo cumple con la norma nacional E.080:2017, sino también con los lineamientos de la norma internacional UNE 41410:2008 y por tan solo, 0.007 soles más por cada unidad de adobe, siendo representativo cuando se fabrican 10000 unidades de adobe, donde el costo sería superior en 65.55 soles.

Tabla 22

Esfuerzos Admisibles del Adobe con Fibras de Agave

Esfuerzos admisibles (kg/cm ²)	Porcentaje de fibras de agave en el adobe						Lineamientos de resistencia
	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	
Compresión	25.00	25.56	26.29	27.49	28.65	30.13	30
Flexión	4.57	5.03	5.95	6.46	7.17	8.75	
Tracción	4.50	4.75	4.93	5.30	5.61	5.87	0.81
Compresión en muretes	8.15					9.04	6.12
Compresión diagonal en muretes	0.39					0.49	0.25

Tabla 23

Costo de Producción del Adobe con Fibras de Agave

Adobe con fibras de agave	Costo (S/.)	Porcentaje de incremento
0.00	0.739	0.00%
0.50	0.741	0.30%
0.75	0.743	0.44%
1.00	0.744	0.59%
1.25	0.745	0.74%
1.50	0.746	0.89%

Nota: (Ver anexo C).

Tabla 24

Datos de Esfuerzo a Compresión Deformación del Adobe sin Fibra de Agave

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0
400	3.51	0.57	0.01
800	7.02	0.95	0.01
1200	10.53	1.12	0.01
1600	14.03	1.38	0.01
2000	17.54	1.70	0.02
2400	21.05	2.38	0.02
2800	24.56	3.40	0.03
2853	25.03	3.95	0.04

Figura 53

Gráfica de Esfuerzo a Compresión Deformación del Adobe sin Fibra de Agave

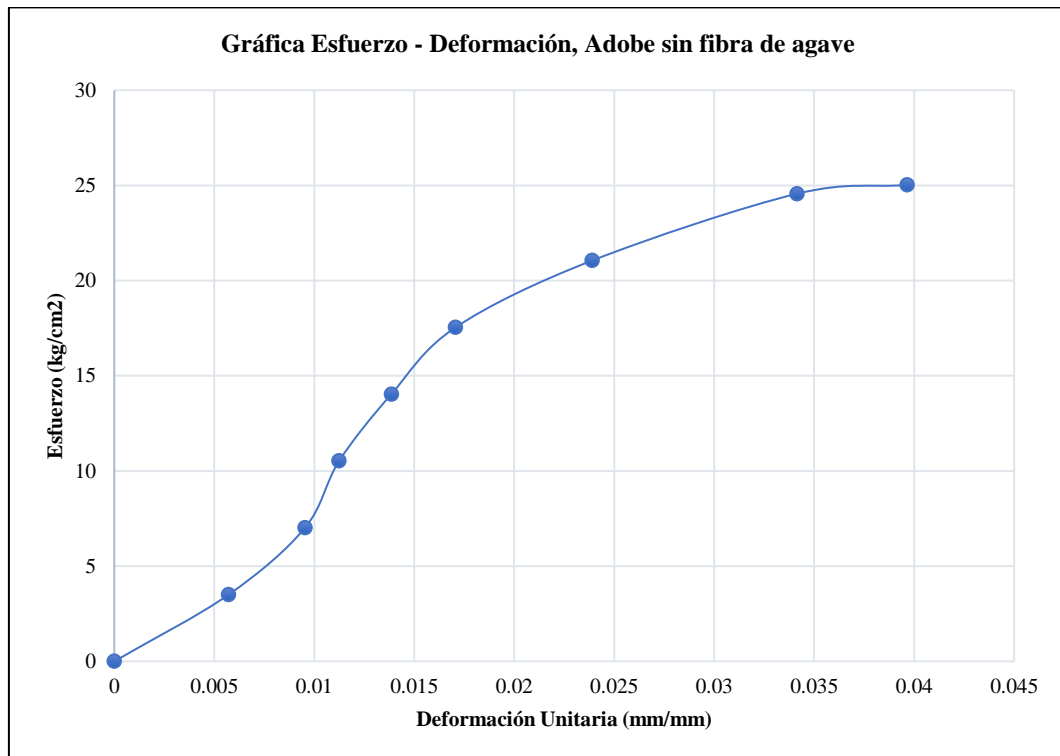


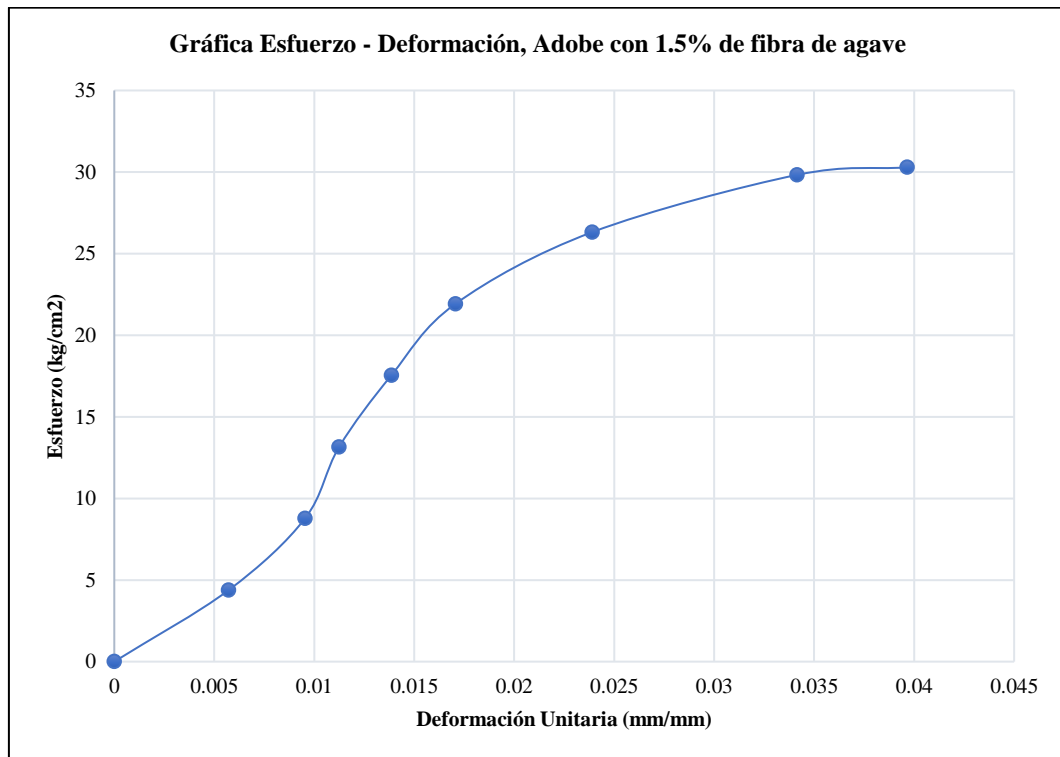
Tabla 25

Datos de Esfuerzo a Compresión Deformación del Adobe con 1.5% de Fibra de Agave

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0	0	0
500	4.39	0.57	0.01
1000	8.77	0.95	0.01
1500	13.16	1.12	0.01
2000	17.54	1.38	0.01
2500	21.93	1.70	0.02
3000	26.32	2.38	0.02
3400	29.82	3.40	0.03
3453	30.29	3.95	0.04

Figura 54

Gráfica de Esfuerzo a Compresión Deformación del Adobe con 1.5% de Fibra de Agave



4.2. **Discusión de resultados**

En la comunidad de Rambrampata elaboran adobes convencionales de 40 x 40 x 10 cm con suelo de la cantera de igual nombre, 3% de paja y agua potable, pero fueron reforzados utilizando fibras de agave. Babé et al. (2021), Martínez (2017), Davila y Mendoza (2021) usaron otro tipo de fibras vegetales para el mejoramiento de sus adobes, en cambio en el estudio y en investigaciones de Ruiz y Juan (2022), López et al. (2019), Tisnado (2022), Cruz y Palomino (2022) Jerónimo-Vargas et al. (2022) y Salazar (2019) han usado fibras de agave, por si sola o en combinación con el tradicional ichu (paja). En Rambrampata, la paja se obtiene de zonas de montaña de la comunidad a más de 30 minutos de camino en acémila, mientras que, en toda la extensión de la comunidad se pueden encontrar agaves, de los cuales por proceso de cortado, deshilachado y secado se pueden obtener fibras de agave (de 3 mm de espesor) para usarse como refuerzo en la elaboración de adobes siendo este un material más cercano, no obstante, demanda un mayor proceso de producción, por lo que, a pesar que, el precio aparentemente disminuiría al no ser necesario recorrer grandes trayectos para su extracción, el precio se compensa, no disminuye, al ser necesario su procesamiento previo al uso en adobes, tal como, fue estimado por López y Torbisco (2020) quienes verificaron que, el precio de los adobes con fibras de agave es incluso superior al de los adobes convencionales, pero que, esta diferencia es mínima, siendo en el caso del estudio igual a 0.007 soles.

En el estudio se ha conservado las dimensiones del adobe convencional, pero en otras investigaciones, al pasar el adobe por procesos de estabilización se han disminuido las dimensiones del bloque de tierra, siendo así, Ruiz y Juan (2022) elaboraron adobes de 40 x 20 cm x 14 cm reforzados con fibra de agave;

Jerónimo-Vargas et al. (2022) fabricaron adobes de 30 cm x 30 cm x 15 cm, con 0.25% de fibras de maguey y paja; Correa y Puican (2021) elaboraron adobes de 40 cm x 20 cm x 10 cm reforzados con fibras PET y fibras de cabuya, y en Chota, Gaitán (2022) elaboro adobes de 30 cm x 15 cm x 10 cm por medio de compactación.

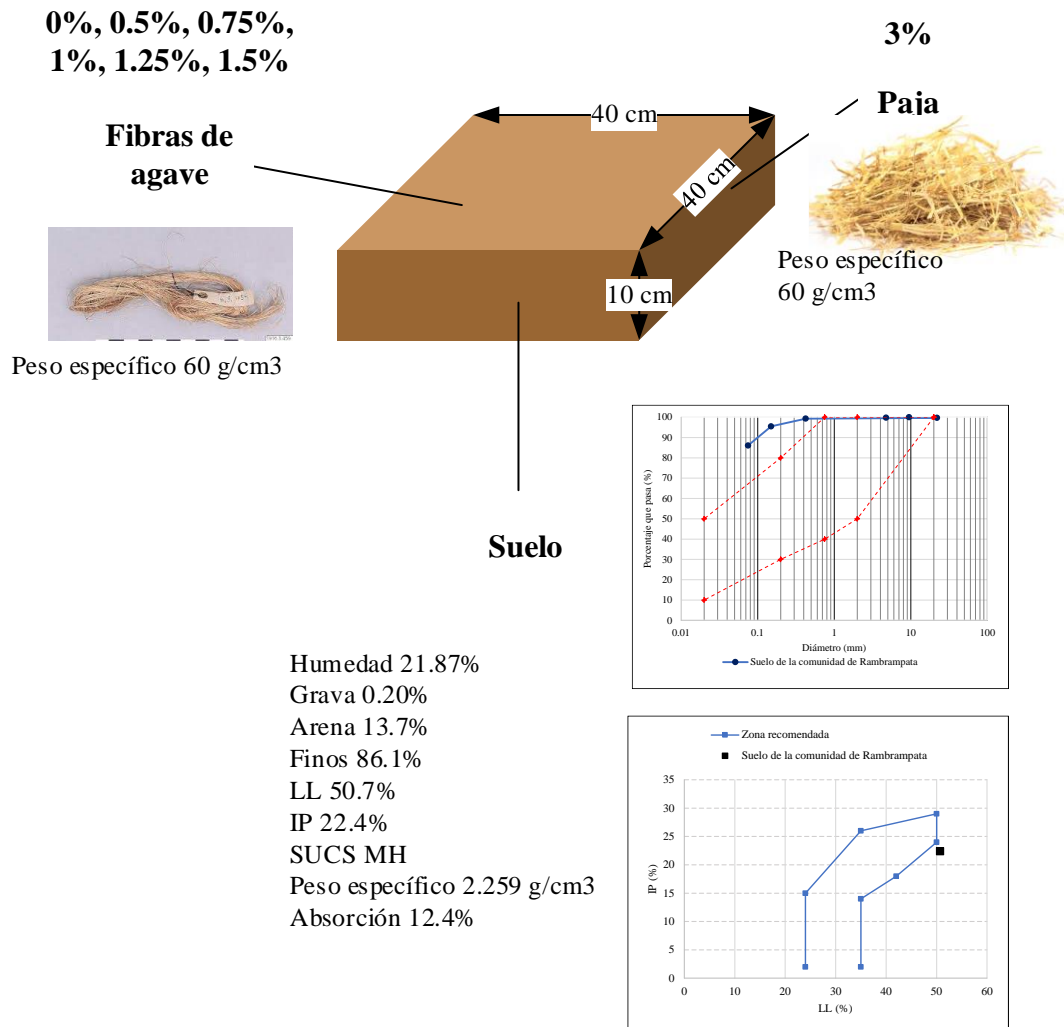
Respecto a las características del suelo de la comunidad de Rambrampata, este se clasifica como limo de alta plasticidad (MH) tal como, el suelo usado por Salazar (2019) en el caserío Aylambo Bajo de Cajamarca (comunidades de la misma región), además de que, presentan similar peso específico siendo 2.078 g/cm³ para el suelo descrito por Salazar (2019) y 2.259 g/cm³ para el suelo de Rambrampata, con gradación de arena 13.70% y finos 86.10% fuera del rango dado por la norma E.080 (MVCS, 2017), y el uso granulométrico de la norma UNE 41410, debido a que, la presencia de limo y arcilla es mayor al 55% solicitado como máximo y el porcentaje de arena es mucho menor al mínimo de 45%, esto difiere con el estudio de Ruiz y Juan (2022) quienes utilizaron suelo de Santa María la Asunción en México que cumplía con una proporción de arena: finos de 75%-25%, con el estudio de Babé et al. (2021) quienes utilizaron 61% de arena y 49% de finos, y con el estudio de Castillo (2022) quienes utilizaron 60.48% de arena y 39.31% de finos, no obstante, en todos los casos tamizaron el suelo para eliminar la presencia de pequeñas piedras (grava).

La fluidez del suelo de Rambrampata (LL 50.70%) es superior al rango dado por la norma UNE 41410, pero la plasticidad (IP 22.4%) es menor, siendo valores mucho mayores a los del suelo de Yagoua LL 36% e IP 14% analizado por Babé et al. (2021), pero dando como resultado que, estén fuera del rango de plasticidad, no obstante, a pesar de estas cuestiones igual se ha utilizado dicho

suelo para la elaboración de adobes, considerando que: (i) este es el suelo que, es usado por los comuneros de Rambrampata y se buscaba mejorar los adobes que, estos producen, pero con fibras de agave, no con una modificación en la proporción de suelo, (ii) la norma UNE 41410 establece que, se pueden usar otras proporciones de suelo, siempre y cuando logren obtener adobes estabilizados que, cumplan con las características técnicas.

Figura 55

Materiales Usados en la Elaboración de Adobes



Al elaborar adobes reforzados con fibra de agave estos tienden a aumentar su resistencia según se incrementa el adietamiento de fibras en la mezcla. El adobe

con 1.5% de fibra de agave respecto al peso del suelo seco, alcanza 30.13 kg/cm² de esfuerzo a compresión, siendo similar a la alcanzada por Ruiz y Juan (2022) cuyos adobes con fibras de agave alcanzaron 33.41 kg/cm², con un peso de 18.10 kg, sin embargo, sus adobes base sin mejoramiento ya presentaban 33.01 kg/cm² a compresión, en cambio los adobes convencionales con suelo de Rambrampata y 3% de paja, tan solo, alcanzaban 25 kg/cm², por tanto, el porcentaje de incremento es mayor e incluso superior a lo estimado por Tapia (2021) cuyos adobes con 8% de fibra de maguey en Ancash solo alcanzaban 15.24 kg/cm² de resistencia a compresión, dado que, el adobe convencional tan solo tenía una firmeza de 12.85 kg/cm²; pero no lo suficientemente mayor que, los adobes analizados por Jerónimo-Vargas et al. (2022) que, alcanzaron 14.77 MPa de resistencia a compresión, siendo así, su resistencia es similar a la del concreto f'_c 145 kg/cm², esto se debe a que, estos adobes no solo están elaborados con fibras de maguey, sino también con cenicilla, suelo estandarizado y paja, lo que, le da mayor firmeza; no obstante los adobes de Rambrampata han alcanzado resistencia a compresión superior a la determinada por Castillo (2022), cuyos adobes con 0.25% de fibra de junco alcanzaron 20.18 kg/cm², esta diferencia se debe principalmente, a que, el adobe convencional tiene menor resistencia inicial 14.21 kg/cm², el porcentaje de adición de fibra no es determinante en este caso, ya que, mientras en el presente estudio a mayor porcentaje de fibras mayor resistencia, para Castillo (2022) si el porcentaje de fibra de junco supera el 0.25%, la resistencia a compresión decae, siendo así, esta diferencia probablemente, como, argumentan otros autores (Turco et al., 2021) se debe a la disimilitud de la tipología del suelo, o a la forma de inclusión en la mezcla, ya que, en el presente estudio se está adicionando fibra de junco y en el análisis de Castillo (2022) este

está reemplazando totalmente a la paja; además, los adobes con fibras de agave de Rambrampata tienen mayor resistencia a compresión que, los adobes elaborados por Correa y Puican (2021) cuyos adobes a pesar de estar reforzados por PET al 2% y 1.25% de fibras de cabuya solo alcanzan 16.95 kg/cm², esto se debe a que, los adicicionantes al no ser materiales del mismo origen vegetal no se complementan en unidad, así mismo, los adobes elaborados por Tisnado (2022) en Puno con 1% de fibra de cabuya alcanzan 24.29 kg/cm² de resistencia a compresión, similar a la resistencia de 27.49 kg/cm² alcanzada por los adobes de Rambrampata reforzados con 1% de fibras de agave, además en ambos casos, se ha verificado que, a mayor porcentaje de fibras de agave (Cabuya) mayor porcentaje de incremento respecto al adobe tradicional, lo que, abre la posibilidad de analizar porcentajes más altos de adición de fibras de agave.

Los adobes elaborados con suelo de Rambrampata con 0%, 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25% y 1.5% de fibras de agave cumplen con los lineamientos de resistencia a compresión (MVS, 2017) de 10.20 kg/cm², pero solo la dosificación con 1.50% de fibras de agave cumple con los lineamientos de resistencia a compresión (AENOR, 2008), para un BTC tipo 3, superando los 30 kg/cm², siendo superior a lo determinado por Gaitán (2022) quien utilizó suelo de tres comunidades de Tacabamba, Chota para elaborar bloques de tierra, sin embargo estos alcanzaron tan solo 17.35 kg/cm², clasificándose como BTC tipo 1, esto debido a que, Gaitán (2022) redujo el tamaño de las unidades a las dimensiones de un ladrillo, además de que, no utilizó ningún tipo de fibra natural para darle estabilidad a la masa de suelo, siendo así, los adobes de Rambrampata tienen mejores características mecánicas; no obstante, los bloques de tierra analizados por López et al. (2019) alcanzaron la clasificación de BTC tipo 5, con un incremento de 40% de la

resistencia respecto al adobe convencional, mientras que, los adobes estabilizados en Rambrampata solo mejoran en 20.54% respecto a los adobes convencionales, no obstante, esta diferencia se debe a dos motivos primordiales, (i) se ha utilizado hasta 1.50% de fibras de agave, mientras que, López et al. (2019) han utilizado 1.75% de fibras de cabuya, y (ii) los bloques de adobe elaborados por López et al. (2019) han pasado por procesos de compactación mecánica, mientras que, los adobes elaborados en Rambrampata se han realizado con los procesos tradicionales sin hacer uso de esfuerzos de compactación, siendo así, en futuras investigaciones, se puede plantear el análisis de mayores proporciones de fibra de agave y con procesos de compactación.

La resistencia a flexión alcanzada por el adobe de Rambrampata con 1.50% de fibras de agave es 8.75 kg/cm², siendo similar a la resistencia alcanzada por Davila y Mendoza (2021) cuyos adobes con 15% de fibras de cactus y 18% de fibras de linaza 8.96 kg/ccm² y 8.93 kg/cm² de resistencia a flexión, respectivamente, así mismo los adobes Martínez (2019) sin y con 0.75% de junco alcanzan 7.25 y 9.15 kg/cm² a flexión, Castillo (2022) para adobes con 0.25% de fibras de junco (agave), con 9.10 kg/cm², y a los adobes con 1% de fibra de cabuya analizados por Tisnado (2022) que, alcanzan 10.09 kg/cm², pero superior a la resistencia alcanzada por los adobes reforzados de Babé et al. (2021) con 1.1 kg/cm², debido a que, utilizaron otro tipo de aditivo (fibras de neem), siendo así, el uso de fibras de agave en los adobes le proporciona igual o mayor resistencia a flexión que, otros aditivos naturales (fibras de neem, cactus, linaza, etc.). El incremento a flexión del adobe con 1.5% de fibra de agave es del 91.41% respecto al adobe convencional (4.57 kg/cm²), siendo así, es incluso mayor al incremento de 12% determinado por López et al. (2019) con 1.75% de fibras de cabuya, pero

los adobes reforzados tienen menor resistencia a flexión que, los adobes de Correa y Puican (2021) que, alcanzan 12.42 kg/cm², esto se debe a que dichos autores no solo están reforzando los adobes con 1.25% de fibra de cabuya, sino además están adicionando fibras PET al 2%, lo que eleva su firmeza a flexión. Se ha determinado que, las fibras de agave logran un mayor incremento de la resistencia a flexión que, de la resistencia a compresión del adobe, tal como, argumenta Martínez (2019).

Los adobes de la comunidad de Rambrampata con 1.50% de fibras sometidos a esfuerzos de tracción alcanzan 5.87 kg/cm², siendo superior al esfuerzo de 1.25 kg/cm² determinado por Castillo (2022) para adobes con 0.25% de fibras de penca, pero menores a los estimados por Condori y Solano (2019) cuyos adobes alcanzaron 11.87 kg/cm² de resistencia a tracción, no obstante, cabe recalcar que, estos adicionaron hasta 33% de fibras de maguey respecto al volumen del suelo en Huancavelica, por tanto, se puede inferir que, a mayor porcentaje de fibras de agave mejores características mecánicas tendrá el adobe, no obstante, en ambos casos cumplen con la norma E.080 (MVCS, 2017) que, argumenta que, la resistencia a tracción debe ser superior a 0.81 kg/cm².

Se ha considerado a 1.50% de fibra de agave como, la cantidad más adecuada para producir adobes reforzados que, cumplan con los lineamientos nacionales (MVCS, 2017) e internacionales (AENOR, 2008), debido a que, con esta dosificación se logran unidades de mampostería que, superan el límite de 30 kg/cm² dad para BTC tipo 3, lo que, con otras dosificaciones no se logra, además considerando que, el costo se incrementa al adicionar mayor cantidad de fibras de agave, se considera como dosificación adecuada a la que, logre cumplir las características mecánicas, con el menor costo de producción, en otros estudios se

ha considerado como dosificación adecuada a proporciones de agave más bajas (Castillo, 2022; Tisnado, 2022, Flores y Limpe, 2019) o más altas (Condori y Solano, 2019, López et al., 2019) esta diferencia, se debe a que, cada lugar presenta suelo con características únicas, que, generan variación en los resultados físico mecánicos de los adobes.

La resistencia a compresión en muretes del adobe sin fibras de agave y con 1.5% de fibras de agave es respectivamente, 8.15 kg/cm² y 9.04 kg/cm², en ambos casos cumplen con la norma E.080 (MVCS, 2017), pero se logra mejores resultados para los muros construidos con adobes reforzados con fibras de agave, siendo similar a lo determinado por Flores y Limpe (2019) cuyos muretes construidos con adobes reforzados con 0.20% de fibras de maguey en peso, alcanzaron 9.07 kg/cm² de resistencia a compresión axial, similar también a, Tisnado (2022) cuyos muretes construidos con adobes con 0% y 0.75% de fibras de cabuya alcanzaban 7.66 kg/cm² y 8.53 kg/cm² de resistencia a compresión axial, respectivamente, y a lo determinado por Pérez y Vásquez (2021) cuyos muretes reforzados con fibras de plátano y cabuya alcanzaban de 9.68 a 10.47 kg/cm² de resistencia a compresión axial; no obstante, Castillo (2022) alcanza mayores resistencias a compresión en muretes construidos con adobes al 0.25% de fibras de junco, siendo 19.23 kg/cm² esto se debe a que los muretes construidos con adobe convencional, también tienen una firmeza mayor, siendo 15.42 kg/cm², así mismo, Correa y Puican (2021) también alcanza mayor firmeza a compresión axial siendo 21.04 kg/cm², pero esto se debe a que, construyeron los muretes con adobes reforzados no solo fibras de cabuya sino también con fibras PET, lo que, genera una mayor firmeza.

La resistencia a compresión diagonal en muretes de adobe sin fibras de agave y con 1.5% de fibras de agave, respectivamente es 0. y 0.49 kg/cm², siendo superior a lo determinado por Castillo (2022) cuyos muretes construidos con 0.25% de fibras de junco alcanzan tan solo, 0.35 kg/cm², no obstante, esta diferencia se explica porque los muretes convencionales construidos en Ica por Castillo (2022) con adobes convencionales presentan menor resistencia 0.28 kg/cm², que, los muretes construidos con adobes de Rambrampata, tal como, en el estudio de Tisnado (2022) cuyos muretes construidos con adobes con 0.75% de fibras de agave alcanzan 0.34 kg/cm² de resistencia a compresión diagonal y similares a los muretes hechos por Flores y Limpe (2019) con adobes reforzados al 0.20% de fibra de maguey, que alcanzaron 0.55 kg/cm² de resistencia a compresión diagonal; pero los muretes construidos por Correa y Puican (2021) logran mayor resistencia a compresión diagonal con 1.51 kg/cm², debido a que, fueron construidos con adobe y mortero reforzado no solo con fibra de agave sino también con fibras PET, tal como, los muretes construidos por Pérez y Vásquez (2021) que fueron reforzados con fibras de plátano y cabuya alcanzando 0.96 kg/cm² a compresión diagonal; sin embargo, en todos los casos cumplen con la norma E.080 (MVS, 2017) mayor a 0.25 kg/cm² y por tanto, pueden ser utilizados en muros de mampostería para edificaciones rústicas.

Siendo así, al comparar técnicamente el adobe convencional con paja y el adobe reforzado con fibras de agave, para su uso en edificaciones rústicas en la comunidad de Rambrampata, se ha verificado que, el adobe reforzado tiene mejores características mecánicas que, el adobe convencional, el uso de fibras vegetales mejora notablemente la resistencia mecánica de los adobes (Cruz y Palomino, 2022); no obstante, todos los adobes sin y con fibras cumplen con la

norma nacional E.080 (MVCS, 2017), pero si se compara con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) para un BTC tipo 3, el único adobe que, cumple con este estándar es el adobe reforzado con 1.5% de fibras de agave, haciendo notable las múltiples ventajas mecánicas del uso de estas unidades de mampostería reforzadas; la vivienda de adobe reforzado tiene muchas ventajas (Jerónimo-Vargas et al., 2022). Siendo así, finalmente, se puede argumentar que, los adobes con fibras presentan mejores características físicas, térmicas, mecánicas y de durabilidad, siendo la fibra de cabuya uno de los recursos poco analizados, pero con prometedores efectos en el adobe, tal como argumenta Turco et al. (2021).

Tabla 26

Características Técnicas de los Adobes Reforzados con Fibras de Agave

Características técnicas	Porcentaje de fibras de agave en el adobe					
	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
Compresión	25.00	25.56	26.29	27.49	28.65	30.13
Flexión	4.57	5.03	5.95	6.46	7.17	8.75
Tracción	4.50	4.75	4.93	5.30	5.61	5.87
Compresión en muretes (kg/cm ²)	8.15					9.04
Compresión diagonal en muretes (kg/cm ²)	0.39					0.49
Costo (S/.)	0.739	0.741	0.743	0.744	0.745	0.746

4.3. Contrastación de hipótesis

Se ha realizado la prueba de normalidad en el programa Minitab 21, verificando que, los datos mecánicos (Anexo D) siguen una tendencia normal, por tanto, se ha realizado la prueba t-student (para muestras con menos de 30 datos) verificando si se acepta la hipótesis nula (Ho) o alternativa (H1). Se acepta Ho cuando el valor p (probabilidad) es mayor que el nivel de significancia 0.05 (para un nivel de confianza del 95%) y se rechaza cuando el valor p es menor que 0.05. Siendo así, las hipótesis generales de estudio fueron: Ho: La fibra de agave no

influye positivamente en los esfuerzos admisibles del adobe de la comunidad campesina de Rambrampata, Chota; H1: La fibra de agave influye positivamente en los esfuerzos admisibles del adobe de la comunidad campesina de Rambrampata, Chota; sin embargo, para poder aceptar o rechazar alguna de ellas, se han planteado hipótesis de análisis específicas, tales como las sub hipótesis (a), (b), (c), (d) y (e) con las que, se ha verificado que, la fibra de agave influye positivamente en los esfuerzos admisibles del adobe de la comunidad campesina de Rambrampata, Chota

Figura 56

Normalidad para Resistencia a Compresión de Adobes

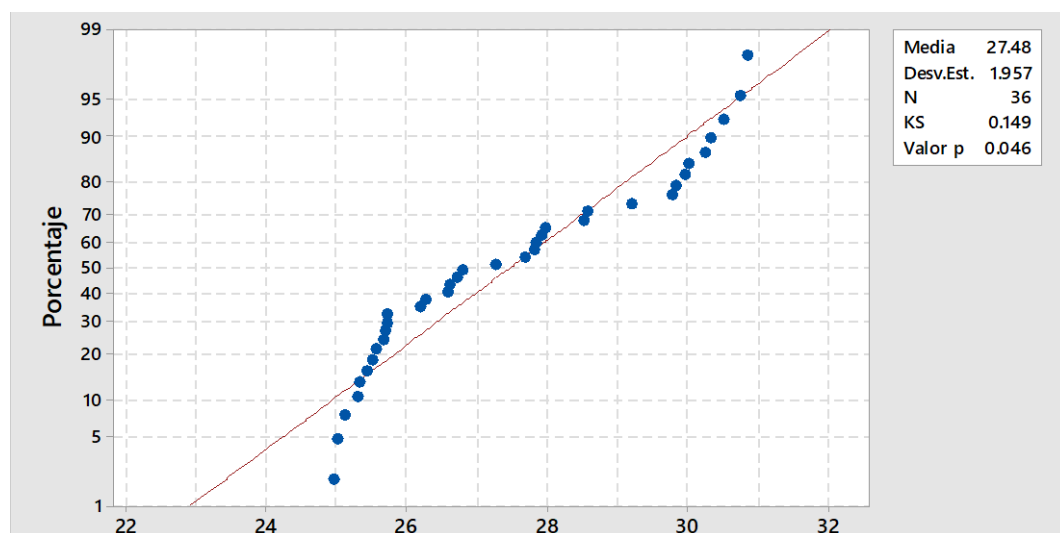


Figura 57

Normalidad para Resistencia a Flexión de Adobes

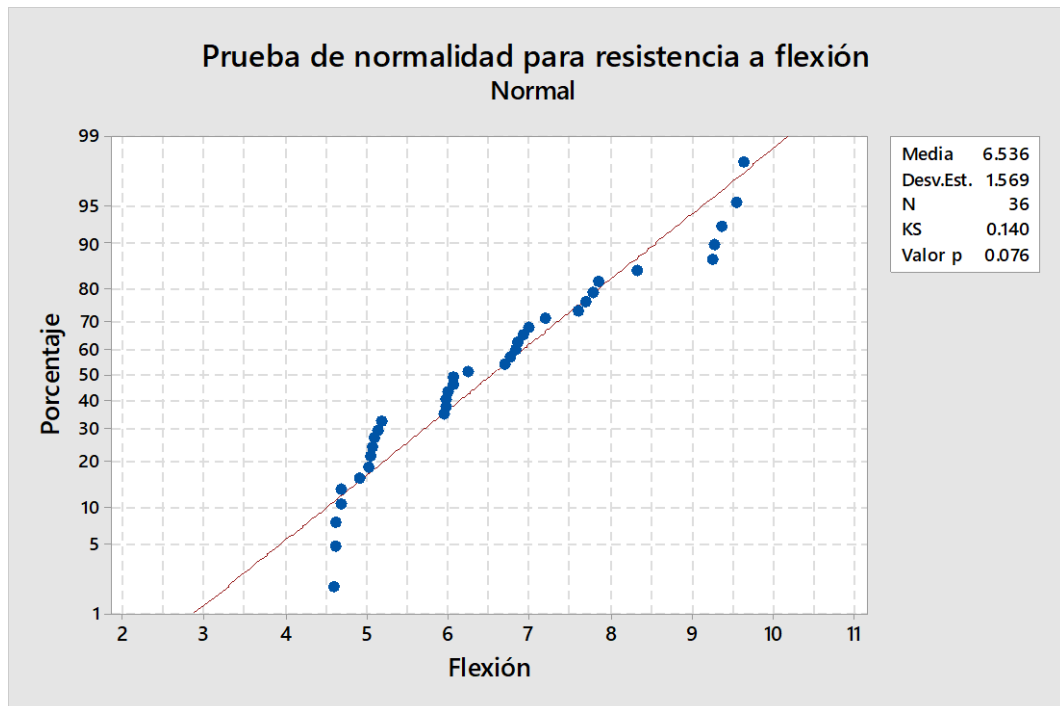
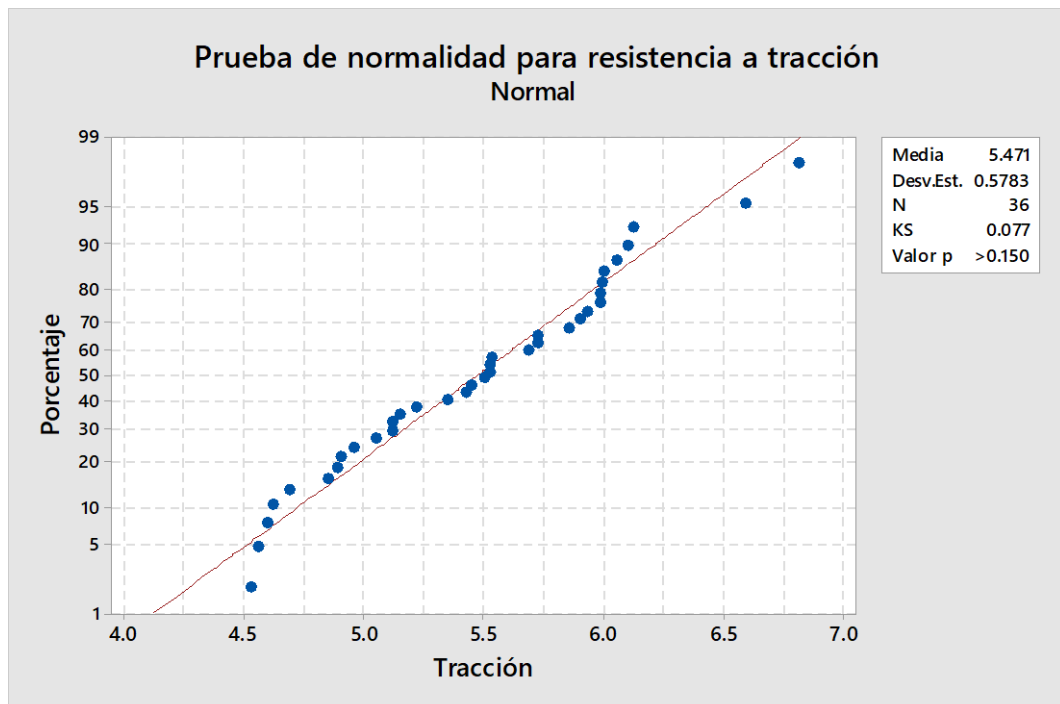


Figura 58

Normalidad para Resistencia a Tracción de Adobes



a) Resistencia a compresión en unidad

Se ha verificado si la resistencia a compresión en unidad supera o iguala el mínimo exigido (30 kg/cm²) para un BTC tipo 3 por la norma UNE 41410, concluyendo que, solamente el valor p de los adobes con 1.50% de fibras de agave es menor a 0.05, por tanto, solamente estas unidades igualan a la resistencia a compresión de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

Tabla 27

Prueba de Hipótesis de Resistencia a Compresión de Adobes en Unidad

Hipótesis nula	H ₀ : $\mu < 30$	
Hipótesis alterna	H ₁ : $\mu \geq 30$	
Muestra	Valor T	Valor p
0.00%	-62.10	1.000
0.50%	-126.21	1.000
0.75%	-35.71	1.000
1.00%	-20.81	1.000
1.25%	-2.60	0.976
1.50%	3.44	0.009

b) Resistencia a flexión

Se ha verificado si la resistencia a flexión supera o iguala el mínimo exigido (3.81 kg/cm²) para un BTC por la norma UNE 41410, concluyendo que, en todos los casos el valor p de los adobes sin y con fibras de agave es menor a 0.05, por tanto, todos los adobes superan la resistencia mecánica a flexión especificada en la norma UNE 41410.

Tabla 28*Prueba de Hipótesis de Resistencia a Flexión de Adobes*

Hipótesis nula	$H_0: \mu < 3.81$		
Hipótesis alterna	$H_1: \mu \geq 3.81$		
Muestra	Valor T		Valor p
0.00%	19.26		0.000
0.50%	50.68		0.000
0.75%	116.52		0.000
1.00%	28.75		0.000
1.25%	26.55		0.000
1.50%	28.37		0.000

c) Resistencia a tracción

Se ha verificado si la resistencia a tracción supera o iguala el mínimo exigido (0.81 kg/cm²) para un adobe en la norma E.080 (MVCS, 2017), concluyendo que, en todos los casos el valor p de los adobes sin y con fibras de agave es menor a 0.05, por tanto, todos los adobes superan la resistencia mecánica a tracción especificada en la norma E.080 (MVCS, 2017).

Tabla 29*Prueba de Hipótesis de Resistencia a Tracción de Adobes*

Hipótesis nula	$H_0: \mu < 0.81$		
Hipótesis alterna	$H_1: \mu \geq 0.81$		
Muestra	Valor T		Valor p
0.00%	40.00		0.000
0.50%	29.17		0.000
0.75%	27.05		0.000
1.00%	47.79		0.000
1.25%	48.77		0.000
1.50%	35.89		0.000

d) Resistencia a compresión en muretes

Se ha verificado si la resistencia a compresión en muretes supera o iguala el mínimo exigido (6.12 kg/cm²) para muretes de adobe en la norma E.080 (MVCS, 2017), concluyendo que, en todos los casos el valor p de los adobes sin y con fibras de agave es menor a 0.05, por tanto, todos los adobes superan la resistencia mecánica especificada (MVCS, 2017).

Tabla 30

Prueba de Hipótesis de Resistencia a Compresión en Muretes de Adobe

Hipótesis nula	$H_0: \mu < 6.12$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu \geq 6.12$	
Muestra	Valor T	Valor p
0.00%	60.49	0.000
1.50%	303.94	0.000

e) Resistencia a corte diagonal en muretes

Se ha verificado si la resistencia al corte diagonal en muretes supera o iguala el mínimo exigido (0.25 kg/cm²) para muretes de adobe en la norma E.080 (MVCS, 2017), concluyendo que, en todos los casos el valor p de los adobes sin y con fibras de agave es menor a 0.05, por tanto, todas las unidades de mampostería superan la resistencia mecánica especificada en la norma E.080.

Tabla 31

Prueba de Hipótesis de Resistencia al Corte Diagonal en Muretes de Adobe

Hipótesis nula	$H_0: \mu < 0.25$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu \geq 0.25$	
Muestra	Valor T	Valor p
0.00%	20.54	0.000
1.50%	31.00	0.000

f) Correlación de variables

Se ha verificado la correlación de Pearson entre las variables (porcentaje de adición de fibras de agave) y resistencia a compresión, flexión y tracción, verificando que, efectivamente el porcentaje de fibras de agave influye en la resistencia mecánica con una tendencia positiva creciente.

Tabla 32

Correlaciones de Pearson, para Adobe con Fibras de Agave

	% fibras de agave	Compresión	Flexión
Compresión	0.944		
Flexión	0.939	0.960	
Tracción	0.849	0.830	0.841

Figura 59

Regresión para Compresión en Adobes con Fibras de Agave

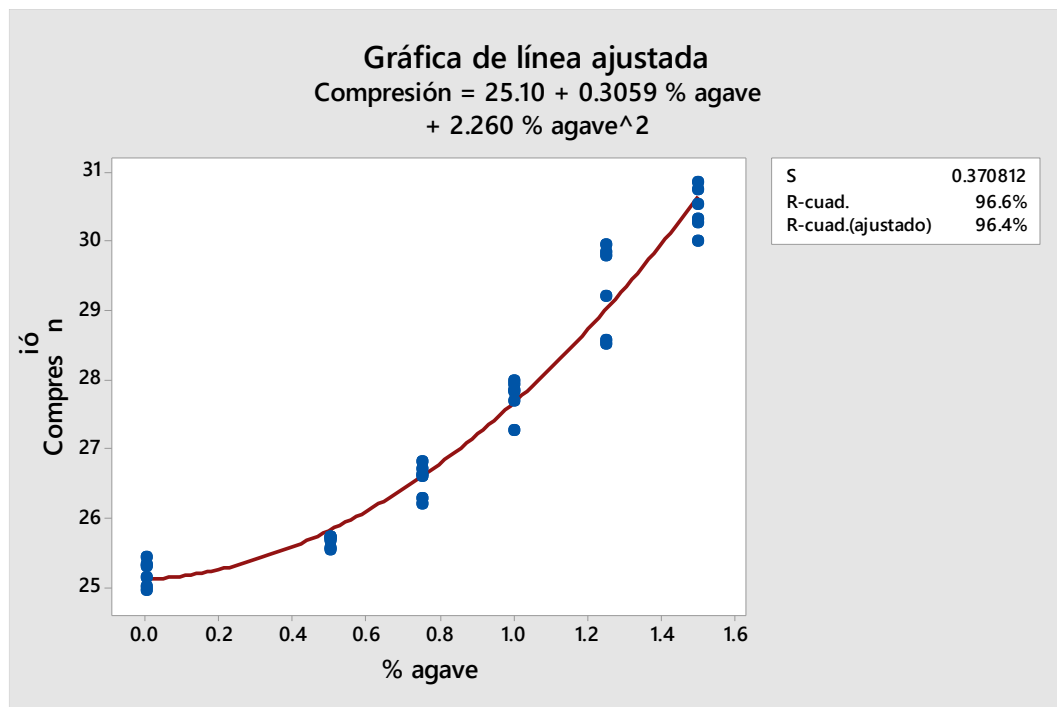


Figura 60

Regresión para Flexión en Adobes con Fibras de Agave

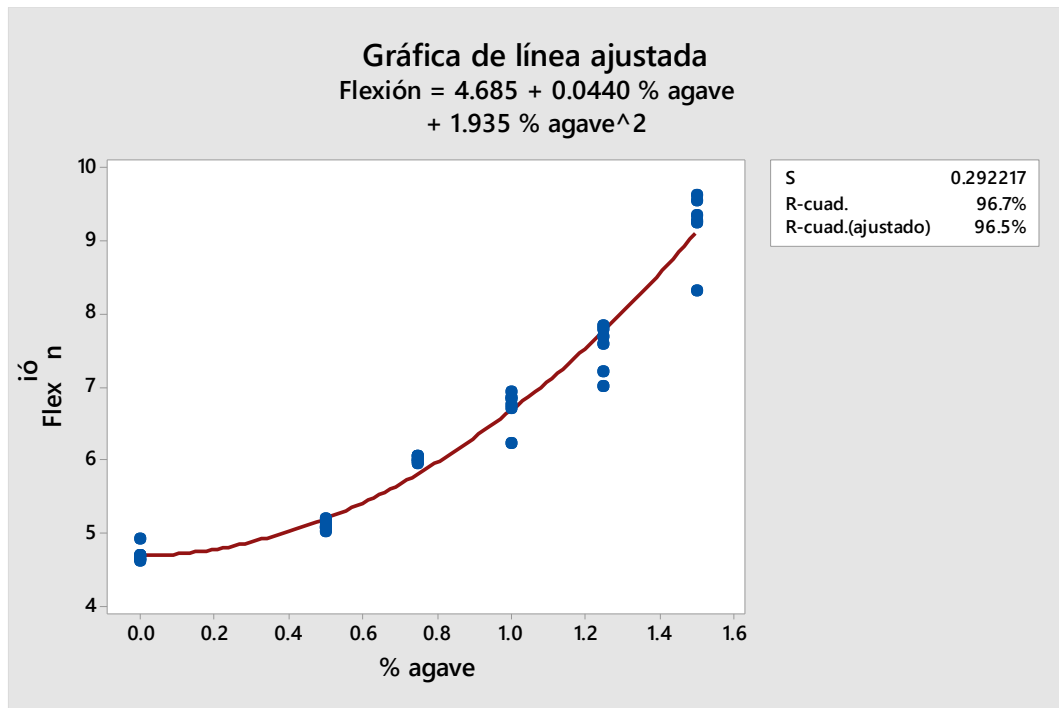
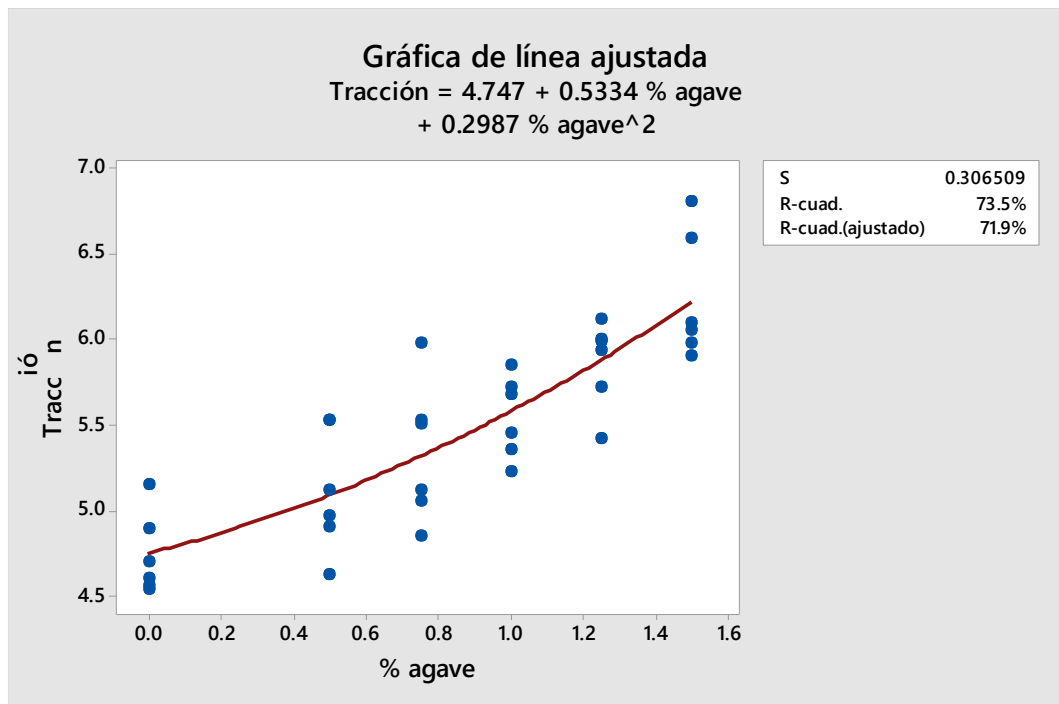


Figura 61

Regresión para Tracción en Adobes con Fibras de Agave



CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al analizar la influencia de la fibra de agave en los esfuerzos admisibles del adobe elaborado en la comunidad de Rambrampata, Chota, con suelo del lugar, agua potable, 3% de paja y fibra de agave al 0%, 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25% y 1.50% del peso seco del suelo, se ha concluido:

- 1) El suelo de la comunidad de Rambrampata según sus características de gradación (grava 0.2%, áridos 13.7%, finos 86.1%) y plasticidad (LL 50.7% e IP 22.40%) se clasifica como limo de alta plasticidad (MH); pero el material no cumple con las proporciones de arena y finos de la norma E.080 (MVCS, 2017), así mismo la curva granulométrica al igual que, el punto de plasticidad, están fuera del huso de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), no obstante, a pesar de ello se ha usado para la producción de adobes estabilizados.
- 2) Los adobes de la comunidad de Rambrampata presentan mayor resistencia a compresión a mayor porcentaje de adición de fibras de agave. El adobe convencional con paja alcanza 25 kg/cm² a compresión, pero al adicionar hasta 1.50% de fibras de agave adquiere 30.13 kg/cm² de resistencia, lo que, significa un aumento de 20.54% respecto al adobe convencional.
- 3) Los adobes de la comunidad de Rambrampata presentan mayor resistencia a flexión a mayor porcentaje de adición de fibras de agave. El adobe convencional con paja adquiere 4.57 kg/cm² a flexión, pero al adicionar hasta 1.50% de fibras de agave la resistencia se incrementa alcanzando 8.75 kg/cm², lo que, significa un aumento de 91.41% de la resistencia a flexión respecto al adobe convencional.

- 4) Los adobes de la comunidad de Rambrampata presentan mayor resistencia a tracción a mayor porcentaje de adición de fibras de agave. El adobe convencional con paja alcanza 4.50 kg/cm² a tracción, pero al adicionar hasta 1.50% de fibras de agave la resistencia se incrementa a 5.87 kg/cm² (30.51% más resistentes que el adobe convencional).
- 5) A mayor porcentaje de fibras de agave mayor resistencia a compresión, flexión y tracción en los adobes, sin embargo, todas las unidades de mampostería sin importar el porcentaje de fibras de agave en la mezcla (0%, 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25% y 1.50%) cumplen con la norma E.080, debido a que, superan la mínima resistencia a compresión (10.20 kg/cm²), a flexión (3.81 kg/cm²), y a tracción (3.81 kg/cm²), pero, si la comparación se realiza con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) para BTC tipo 3, la única dosificación que, cumple con los lineamientos de resistencia a compresión (mayor a 30 kg/cm²) son los adobes con 1.50% de fibras de agave, y por tanto, esta es la dosificación adecuada para muretes de adobe.
- 6) La resistencia en mampostería del adobe sin y con 1.5% de fibra de agave cumple con la norma E.080 presenta 8.15 kg/cm² y 9.04 kg/cm² de resistencia a compresión en muretes y 0.39 kg/cm² y 0.49 kg/cm² de resistencia a compresión diagonal en muretes, por tanto, superan el mínimo de 6.12 kg/cm² (para compresión en muretes) y 0.25 kg/cm² (para compresión diagonal en muretes) dado por la norma E.080 (MVCS, 2017).
- 7) Al comparar técnicamente el adobe convencionales con paja y el adobe reforzado con fibras de agave, para su uso en edificaciones rústicas en la comunidad de Rambrampata, es evidente que, los adobes estabilizados con fibras de agave presentan mejores características mecánicas a compresión, flexión, tracción,

compresión en muretes y compresión diagonal en muretes, pero si se comparan los resultados con la norma E.080 (MVCS, 2017), todas las unidades cumplen con la norma, inclusive los adobes sin fibras de agave (adobes convencionales), pero, si se comparan con la norma española UNE 41410 cuyos requisitos mecánicos son más estrictos debido a que, exigen mayor seguridad para sus edificaciones; solamente los adobes con 1.50% de fibras de agave cumplen con superar la resistencia a compresión de 30 kg/cm² para un BTC tipo 3 con el esfuerzo admisible de 30.13 kg/cm². Por tanto, técnicamente el adobe con fibras de agave tiene mejores características mecánicas que, el adobe sin fibras de agave, ya que, no solo cumple con la norma nacional E.080-2017, sino también con la norma internacional UNE 41410-2008 y por tan solo, 0.007 soles más por cada unidad de adobe.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

Se aconseja que, en futuras investigaciones relacionadas al tema, se prueben adobes de menores dimensiones, debido a que, en el presente estudio los adobes con 40x40x10 cm han mostrado características mecánicas loables, lo que, podría permitir la reducción del ancho del adobe y, por ende, la reducción del ancho del muro, logrando así, mayor espacio interior en la edificación de mampostería, no obstante, dicho comportamiento solo se comprobará por medio de la investigación científica variando parcialmente y de a pocos las dimensiones.

Se recomienda que, se analicen mayores porcentajes de adición de fibra de agave en el adobe a fin de determinar una dosificación óptima de aditamento de la fibra vegetal, considerando que en la presente investigación se ha verificado que, a mayor porcentaje de fibras mayor resistencia mecánica del adobe, siguiendo una tendencia lineal en la que,

no se definió un porcentaje máximo de adición, sino que, la mayor dosificación electa para el estudio, fue la que, alcanzo mayor capacidad mecánica en el adobe.

Se espera que, con la presente investigación, surja el interés por realizar más estudios en adobes estabilizados, en bloques de tierra comprimida o en adobes convencionales, siendo así, se sugiere como futuros temas de investigación, el análisis del adobe con otros tipos de estabilizantes naturales como las hojas de pino, ciprés y otros.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Pérez, I. (2002). Aspectos éticos en la investigación científica. *Ciencia y enfermería*, 8(1), 15-18. <https://www.scielo.cl/pdf/cienf/v8n1/art03.pdf>
- Ahmad, F., Bateni, F., & Azmi, M. (2010). Performance evaluation of silty sand reinforced with fibres. *Geotextiles and geomembranes*, 28(1), 93-99. <https://doi.org/10.1016/j.geotextmem.2009.09.017>
- Ahmed, S., & Ahmed, S. (2017). Compressive strength of adobe bricks incorporated with natural fibers. *Journal of Building Engineering*, 10, 308-314.
- Ali, M., Alabdulkarem, A., Nuhait, A., Al-Salem, K., Iannace, G., Almuzaiqer, R., ... & Al-Sulaimi, A. (2020). Thermal and acoustic characteristics of novel thermal insulating materials made of Eucalyptus Globulus leaves and wheat straw fibers. *Journal of Building Engineering*, 32, 101452. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101452>
- Altamirano, O.V. (2019). *Incidencia de la fibra vegetal "paja ichu" en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3273>
- Álvarez, F., Gómez, M. C., & Martínez, L. (2008). Mechanical properties of earth-lime plasters reinforced with natural fibres. *Construction and Building Materials*, 22(12), 2305-2311.
- Alvarez, M., y Marin, J.A. (2021). *Estabilización del adobe con fibra de platano y viruta de ciprés para mejorar su resistencia en viviendas de Celendín, Cajamarca 2020*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86853>
- Arteaga, K., Medina, O., y Gutiérrez, O. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Revista de Ingeniería (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia)* 20(31), 55 - 68. <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1421>
- Asociación Española de Normalización y Certificación – AENOR. (2008). *Norma UNE 41410. Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques*. Asociación Española de Normalización y Certificación – AENOR.
- Atahuachi, G., y Carcausto, Y. (2018). *Aislante termoacústico a base de Stipa Ichu para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3279173>
- Barrientos Rivera, G., Esparza Ibarra, E. L., Segura Pacheco, H., Talavera Mendoza, O., Sampedro Rosas, M. L. y Hernández Castro, E. (2019). Caracterización morfológica de Agave angustifolia y su conservación en Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(3), 655-668. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.1554>
- Babé, C., Kidmo, D. K., Tom, A., Mvondo, R. R. N., Kola, B., & Djongyang, N. (2021). Effect of neem (*Azadirachta Indica*) fibers on mechanical, thermal and durability properties of adobe bricks. *Energy Reports*, 7, 686-698. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.07.085>
- Babé, C., Kidmo, D. K., Tom, A., Mvondo, R. R. N., Boum, R. B. E., & Djongyang, N. (2020). Thermomechanical characterization and durability of adobes reinforced

- with millet waste fibers (sorghum bicolor). *Case Studies in Construction Materials*, 13, e00422. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00422>
- Badiola, V. (2004). *Principios Básicos de Resistencia de Materiales-Dpto. Ingeniería Mecánica, Energética y de Materiales*. Universidad Pública de Navarra.
- Botia, A. (2015). *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo*. Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/6239>
- Cabrera, D., & Huaynate, W. (2010). *Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12404/881>
- Campos, Y.K. (2019). *Análisis físico mecánico del adobe con la aplicación de fibra de totora, Tayabamba-2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60755>
- Castillo, A.A. (2022). *Efecto de la incorporación de fibra de junco en las propiedades del muro de adobe para viviendas unifamiliares, Ica – 2022*. [Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/88196>
- Cattell, K., Wilson, J., Stephan, D., & Rivera, M. (2014). Fibras naturales como refuerzo de adobe: análisis experimental. *Revista de la construcción*, 13(1), 60-69.
- Condor, M. (2018). *Efecto antibacteriano In vitro de extracto del maguey (Agave americana) sobre Streptococcus spp. de linfadenitis en cuyes (Cavia porcellus) – Abancay*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/752?show=full>
- Condori, A.V. y Solano, Y.A. (2019). *Influencia de la fibra de maguey en la compresión, tracción y absorción del adobe*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2700>
- Correa, A.O., y Puican, P.C. (2021). *Caracterización física y mecánica del adobe incorporando fibras de cabuya y polímero reciclado PET en la ciudad de Ferreñafe, Lambayeque*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86987>
- Cruz, R. y Palomino, R.A. (2022). *Comportamiento físico, térmico y mecánico de mampostería de adobe adicionando paja de quinua y fibra de cabuya, Ayacucho-2022*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/100045>
- Cuitiño-Rosales, M. G., Rotondaro, R. & Esteves, A. (2020). Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción con tierra. En *Revista De Arquitectura*, 22 (1), 138–151. DOI: <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2348>
- Davila, L.A., y Mendoza, E. (2021). *Propiedades físico mecánicas del adobe compactado tradicional utilizando cactus y fibras de linaza, chota – 2021*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo].
- Díaz, J. (2013). *Caracterización funcional de la fibra de hojas del maguey (agave americana L.) obtenidas mediante proceso hidrotérmico y expansión por explosión destinados para la inclusión en alimentos*. [Tesis de grado. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/322>
- Duque-Escobar, , y Escobar, C. (2016). *Geomecánica*. Universidad Nacional de Colombia.

- Flores, F., y Limpe, Y. (2019). *Influencia de la fibra de maguey (Furcraea andina) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional, Cusco – 2018*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3670>
- Franco, G. (2019). *Comportamiento del concreto con adición de fibras de Agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos - Huancayo 2017*. [Tesis para optar el título de ingeniero Civil, Universidad Continental]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12394/7108>
- Gaitán, E. (2022). *Evaluación de bloques de tierra comprimida (btc) con fines de albañilería, Tacabamba, Chota*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/224>
- García, A.G. (2022). *Comparación de la resistencia de compresión entre un adobe convencional y un adobe hecho con fibras de shapaja con agregados extraídos de Supte San Jorge – Tingo Maria – Huánuco – 2021*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3773>
- García-González, J., García-González, C., Guzmán-Trampe, S., & Alonso-Santurde, R. (2018). Mechanical and physical properties of adobe with natural fibers. *Sustainability*, 10(5), 1369.
- Garrido, E., Hidalgo, C., y Preciado, J. (2015). *Ensayos de mecánica de suelos*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia. <https://n9.cl/2dxof>
- Gaw, B., Zamora, S., Albano, L. D., & Tao, M. (2011). *Soil reinforcement with natural fibers for low-income housing communities*. [Partial fulfillment of the requirement for the Degree of Bachelor of Science: Worcester Polytechnic Institute. Project number: LDA-1006]. <https://core.ac.uk/download/pdf/212991772.pdf>
- Gisbert A. (2020). *El adobe, una oportunidad de desarrollo sostenible para la región ixil: Proyecto para la recuperación de técnicas tradicionales de construcción en las comunidades de Nebaj, Guatemala*. [Tesis de grado, Universitat Politècnica de Valencia]. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/147570>
- Gowthaman, S., Nakashima, K., & Kawasaki, S. (2018). A state-of-the-art review on soil reinforcement technology using natural plant fiber materials: Past findings, present trends and future directions. *Materials*, 11(4), 553. <https://doi.org/10.3390/ma11040553>
- Guillot, D., Van P., Laguna E., y Rosselló J.A. (2008). El género *Agave L.* en la flora alóctona valenciana. *Monografías de la revista Bouteloua*, 3(1), 1-94. http://www.floramontiberica.org/bouteloua/monogbouteloua_03_agave.pdf
- Hejazi, S. M., Sheikhzadeh, M., Abtahi, S. M., & Zadhoush, A. (2012). A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers. *Construction and building materials*, 30, 100-116. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.11.045>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI, 2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares, Acceso a servicios básicos. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI, 2015). *Sistema de información geográfica. Sistema de consulta de centros poblados*. INEI. <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2019, 24 de octubre). NTP 339.127 Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, 1ª ed. Instituto Nacional de la calidad, INACAL.
- INACAL. (2019, 24 de octubre). NTP 339.128 Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico, 1ª ed. INACAL.
- INACAL. (2019, 24 de octubre). NTP 339.129 Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos, 1ª ed. INACAL.
- INACAL. (2019, 24 de octubre) *NTP 39.131. Suelos. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo. 1ª Ed.* INACAL.
- Jiménez, F., Pérez, J. C., & Aguilar, R. (2020). Experimental analysis of the compressive strength of adobe bricks containing different percentages of wheat straw. *Building and Environment*, 176, 106848.
- Jerónimo-Vargas, C., Rosales-Chávez, D., Valadéz-Castañeda, A., & Allende-Adelaido, D. (2022). Propuestas de adobe para viviendas vulnerables en el estado de Guerrero. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 10(19), 120-131. <https://doi.org/10.29057/icbi.v10i19.8247>
- Kazmi, S. M. S., Munir, M. J., Patnaikuni, I., Wu, Y. F., & Fawad, U. (2018). Thermal performance enhancement of eco-friendly bricks incorporating agro-wastes. *Energy and Buildings*, 158, 1117-1129. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.056>
- Kohler, M., & García, R. (2008). Análisis de la resistencia a la flexión de adobes reforzados con fibras vegetales. *Revista ALCONPAT*, 28(2), 53-60.
- Laborel-Préneron, A., Magniont, C., & Aubert, J. E. (2018). Hygrothermal properties of unfired earth bricks: Effect of barley straw, hemp shiv and corn cob addition. *Energy and Buildings*, 178, 265-278. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.08.021>
- León, A. O. (2019). Fibra de yute y paja reforzante en la producción de adobe. *Revista Tecnológica-EQUIDAD*, 32(1), 57-62.
- López, X., Torbisco, D., Rodriguez, J., & Eyzaguirre, C. (2019, October). Benefits of cabuya fiber in the mechanical properties of compacted adobe. In *2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)* (pp. 455-460). IEEE. doi: 10.1109/IESTEC46403.2019.00088
- López, X.P., y Torbisco, D.B. (2020). *Aprovechamiento de la fibra de cabuya para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla tradicional de adobe en una unidad de albañilería en el distrito de Abancay, departamento de Apurímac.* [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/654799>
- Martínez, M.W. (2019). *Influencia del tipo y porcentaje de fibras naturales sobre la compresión y flexión en adobes para construcciones de La Libertad.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14597>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (MVCS, 2017). *Norma E.080 Adobe, Reglamento Nacional de Edificaciones.* MVCS.
- Nitcheu, M., Meukam, P., Damfeu, J. C., & Njomo, D. (2018). Thermomechanical characterisation of compressed clay bricks reinforced by thatch fibres for the optimal use in building. *Materials Sciences and Applications*, 9(12), 913. 10.4236/msa.2019.912066
- Ouedraogo, M., Dao, K., Millogo, Y., Aubert, J. E., Messan, A., Seynou, M., ... & Gomina, M. (2019). Physical, thermal and mechanical properties of adobes

- stabilized with fonio (*Digitaria exilis*) straw. *Journal of Building Engineering*, 23, 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.02.005>
- Pérez, J.F., y Vásquez, F. (2021). *Evaluación de la resistencia mecánica de muros de adobe reforzados con mallas de fibras de plátano - cabuya, Lambayeque – 2021*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/88814>
- Pineda, E. y Uribarri, D. (2014). *Propiedades químicas y creencias curativas populares del Maguey o Cabuya (Agave americana L.) Caso, Churcampa, Huancavelica*. *Ciencia y Desarrollo*, 17(1), 77-83. DOI: <http://dx.doi.org/10.21503/CienciayDesarrollo.2014.v17i1.09>
- Quiroz, D.E., y Rivera, E. (2021). *Beneficios del adobe reforzado como sistema constructivo sostenible para el diseño de viviendas en Alto Trujillo – 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/67505>
- Quispe, N. (2017). *Evaluación del esfuerzo admisible del adobe estabilizado con fibras de PET triturado en la zona de Mollepata provincia de Huamanga departamento de Ayacucho - 2016*. [Tesis para optar el título de ingeniero agrícola, Universidad de San Cristóbal de Huamanga]. <https://doi.org/http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3152>
- Rocha-Tamayo, E. (2011). Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA. *Revista nodo*, 6(11), 99-106. <https://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/64>
- Rodríguez, J., y Guardia, G. (2005). *Apoyo didáctico al aprendizaje de la mecánica de suelos mediante problemas resueltos*. [Trabajo de grado en Ingeniería Civil, Universidad Mayor de San Simón]. <https://n9.cl/mvpl7>
- Romero, J.Y., y Talavera, A.V. (2021). *Aplicación del adobe mejorado con cáscara de arroz en viviendas ecológicas en Pueblo Nuevo, Chepén – La Libertad, 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66642>
- Ruiz Serrano, M., & Juan Pérez, J. I. (2022). Elaboración de adobes con fibras de *Agave angustifolia* Haw. en Zumpahuacán, Estado de México. Estrategia para promover el desarrollo local sostenible. *Contexto Humano*, 1(1), 43-55. <https://contextohumano.uaemex.mx/article/view/20422>
- Saidi, M., Cherif, A. S., Zeghmami, B., & Sediki, E. (2018). Stabilization effects on the thermal conductivity and sorption behavior of earth bricks. *Construction and Building Materials*, 167, 566-577. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.063>
- Salazar, L.L. (2019). *Resistencia a la compresión axial del adobe compactado con adición de fibra de maguey, Cajamarca 2017*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/14947>
- Saldaña, W., & Celis, Y. (2021). *Innovación tecnológica para estabilización de suelo en el camino vecinal tramo EMP.PE- 5N10- Buenos Aires - San Antonio de Paujilzada - El Mirador - Picota- San Martín*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Científica del Perú]. <https://doi.org/http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1989>
- Tapia, R.A. (2021). *Incorporación de arena gruesa con fibra de maguey para optimizar la resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción en las unidades de albañilería de adobe del distrito de Llacllín - provincia de Recuay - Ancash, 2020*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/28833>

- Thanushan, K., Yogananth, Y., Sangeeth, P., Coonghe, J. G., & Sathiparan, N. (2021). Strength and durability characteristics of coconut fibre reinforced earth cement blocks. *Journal of Natural Fibers*, 18(6), 773-788. <https://doi.org/10.1080/15440478.2019.1652220>
- Tisnado, O.O. (2022). *Evaluación de las propiedades físico mecánicas en muros de albañilería de adobe con adición de fibra de cabuya, Puno – 2022*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92677>
- Turco, C., Junior, A. C. P., Teixeira, E. R., & Mateus, R. (2021). Optimisation of Compressed Earth Blocks (CEBs) using natural origin materials: A systematic literature review. *Construction and Building Materials*, 309, 125140. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125140>
- Vargas-Chaves, I. (2020). *Teoría de la innovación ambiental: lineamientos para caracterizar el capital intelectual ambiental. Innovación ambiental y análisis de riesgo: dos enfoques para una gestión ambiental moderna*. Sincelejo: Editorial CECAR. pp. 23-36. <https://philpapers.org/rec/VARTDL-4>
- Vargas, B. (2014). *Análisis de Compuestos Reforzados con Fibra Natural de Agave en Piezas Moldeadas por Inyección*. [Tesis para optar el grado de Maestra en Tecnología de Polímeros, Centro de Investigación en Química Aplicada]. <https://n9.cl/mr745>
- Venero, J.L. (2006). Formas de uso del maguey (*Agave americana*) en el humedal Lucre-Hucacarpay, Cusco, Perú. *Chloris Chilensis*, 9(2). URL: <http://www.chlorischile.cl>
- Wang, Y. X., Guo, P. P., Ren, W. X., Yuan, B. X., Yuan, H. P., Zhao, Y. L., ... & Cao, P. (2017). Laboratory investigation on strength characteristics of expansive soil treated with jute fiber reinforcement. *International Journal of Geomechanics*, 17(11), 04017101. [10.1061/\(ASCE\)GM.1943-5622.0000998](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GM.1943-5622.0000998)

Anexo B. Panel fotográfico

Fotografía 1. Cortado de agave en Rambrampata



Fotografía 2. Cortado de la paja (ichu)



Fotografía 3. Suelo para elaboración de adobes



Fotografía 4. Pesado de los materiales



Fotografía 5. Amasado o mezclado del suelo con la fibra de agave



Fotografía 6. Colocación de mezcla en el molde



Fotografía 7. Moldeado de adobes



Fotografía 8. Vista de adobes elaborados



Fotografía 9. Traslado de adobes al laboratorio GSE



Fotografía 10. Medición de adobes



Fotografía 11. Ensayos de resistencia a compresión en adobes



Fotografía 12. Ensayo de resistencia a flexión en adobes



Fotografía 13. Medición de pilas de adobe



Fotografía 14. Ensayo de compresión axial en pilas de adobe



Fotografía 15. Ensayo de compresión diagonal en muretes



Anexo C. Análisis de costos unitarios

C.1. Propiedades físicas de los materiales

Peso específico de los materiales

Propiedades físicas	Suelo	Paja	Fibras de agave
Peso específico kg/m ³	2259	60	60

C.2. Cantidad de los materiales

Para elaborar un adobe de 40 cm x 40 cm x 10 cm, se requiere ocupar un volumen de 0.016 m³, siendo así la cantidad de suelo que, se necesita para ocupar dicho volumen se determina de la multiplicación del volumen del adobe por el peso específico del suelo siendo este 36.14 kg, pero este suelo debe ser mezclado con 3% de paja, lo que, equivale a 1.08 kg, siendo este el 100% para un adobe, ahora para determinar estos porcentajes en volumen se realiza el procedimiento inverso, se divide el peso del suelo entre el peso específico del material obteniendo así el volumen, donde el volumen de suelo va siendo remplazado por el volumen de agave determinado en base a los pesos de material.

$$\text{Peso de suelo} = \text{Peso específico} \times \text{Volumen de adobe} \quad (17)$$

$$\text{Volumen de materiales} = \frac{\text{Peso}}{\text{Peso específico}} \quad (18)$$

Proporción de materiales en peso

Adobe	Peso de los materiales (kg)		
	Suelo	Paja	Agave
A0	36.14	1.08	0.00
A0.5	29.34	1.08	0.18
A0.75	25.94	1.08	0.27
A1	22.54	1.08	0.36
A1.25	19.13	1.08	0.45
A1.5	15.73	1.08	0.54
Adobe (m)	0.4	0.4	0.1
Volumen	0.016	m ³	
Peso específico del suelo (g/cm ³)	2259	kg/m ³	

Proporción de materiales en volumen

Adobe	Volumen de materiales (m3)		
	Suelo	Paja	Agave
A0	0.016	0.02	0.000
A0.5	0.013	0.02	0.003
A0.75	0.011	0.02	0.005
A1	0.010	0.02	0.006
A1.25	0.008	0.02	0.008
A1.5	0.007	0.02	0.009

C.3. Costo de los materiales

*Los precios de la mano de obra se han obtenido de la Tabla salarial de la FTCCP

<https://www.ftccperu.com/index.php/biblioteca/download/6-tabla-salarial/77-tabla-salarial-construccion-civil-2021-2022>

Costo del ichu

Rendimiento	m3/día	1000.00		EQ	1000.00
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Peón	hh	4.000	0.032	13.600	0.435
					0.435
Materiales					
Paja	m3		1.000	10.000	10.000
					10.000
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.000	0.435	0.013
Transporte de material	hm	1.000	0.008	20.000	0.160
					0.173
				Costo unitario directo:	10.61

Costo de la fibra de agave

Rendimiento	m3/día	1000.00		EQ	1000.00
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Peón	hh	6.000	0.048	13.600	0.653
					0.653
Materiales					
Agave	m3		1.000	10.000	10.000
					10.000
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		5.000	0.653	0.033
Transporte de material	hm	1.000	0.008	5.000	0.040
					0.073
				Costo unitario directo:	10.73

C.4. Costo de los adobes

En el costo de elaboración de los adobes solo varía el costo por la adición de las fibras de agave en la mezcla, los precios de mano de obra y demás materiales se mantienen constantes, siendo así, el costo de los adobes con fibras de agave es mayor al costo del adobe tradicional solamente con paja, no obstante, esta diferencia no representa ni el 1% de incremento, siendo 0.89% para el adobe con 1.50% de fibras de agave.

Adobe con 0% fibras de agave

Rendimiento	Und/hora	1000.00		EQ	1000.00
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.000	0.160
Peón	hh	2.000	0.016	13.600	0.218
					0.378
Materiales					
Suelo	m3		0.016	10.000	0.160
Paja cortada	m3		0.018	10.608	0.192
Agave	m3		0.000	10.725	0.000
Agua	m3		0.010	1.000	0.010
					0.362
				Costo unitario directo:	0.739

Adobe con 0.5% fibras de agave

Rendimiento	Und/hora	1000.00		EQ	1000.00
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.000	0.160
Peón	hh	2.000	0.016	13.600	0.218
					0.378
Materiales					
Suelo	m3		0.013	10.000	0.130
Paja cortada	m3		0.018	10.608	0.192
Agave	m3		0.003	10.725	0.032
Agua	m3		0.010	1.000	0.010
					0.364
				Costo unitario directo:	0.741

Adobe con 0.75% fibras de agave

Rendimiento	Und/hora	1000.00		EQ	1000.00
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.000	0.160
Peón	hh	2.000	0.016	13.600	0.218
					0.378
Materiales					
Suelo	m3		0.011	10.000	0.115
Paja cortada	m3		0.018	10.608	0.192
Agave	m3		0.005	10.725	0.048
Agua	m3		0.010	1.000	0.010
					0.365
				Costo unitario directo:	0.743

Adobe con 1% fibras de agave

Rendimiento	Und/hora	1000.00		EQ	1000.00
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.000	0.160
Peón	hh	2.000	0.016	13.600	0.218
					0.378
Materiales					
Suelo	m3		0.010	10.000	0.100
Paja cortada	m3		0.018	10.608	0.192
Agave	m3		0.006	10.725	0.065
Agua	m3		0.010	1.000	0.010
					0.366
				Costo unitario directo:	0.744

Adobe con 1.25% fibras de agave

Rendimiento	Und/hora	1000.00		EQ	1000.00
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.000	0.160
Peón	hh	2.000	0.016	13.600	0.218
					0.378
Materiales					
Suelo	m3		0.008	10.000	0.085
Paja cortada	m3		0.018	10.608	0.192
Agave	m3		0.008	10.725	0.081
Agua	m3		0.010	1.000	0.010
					0.367
				Costo unitario directo:	0.745

Adobe con 1.5% fibras de agave

Rendimiento	Und/hora	1000.00		EQ	1000.00
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.000	0.160
Peón	hh	2.000	0.016	13.600	0.218
					0.378
Materiales					
Suelo	m3		0.007	10.000	0.070
Paja cortada	m3		0.018	10.608	0.192
Agave	m3		0.009	10.725	0.097
Agua	m3		0.010	1.000	0.010
					0.368
				Costo unitario directo:	0.746

Resumen del costo del adobe con fibras de agave

Adobe	Porcentaje de fibras de agave en el adobe					
	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
Costo (S/.)	0.739	0.741	0.743	0.744	0.745	0.746
Porcentaje de incremento	0.00%	0.30%	0.44%	0.59%	0.74%	0.89%

Anexo D. Datos para análisis estadístico

Datos de Resistencia Mecánica de los Adobes con Fibras de Agave

% agave	Resistencia (kg/cm ²)		
	Compresión	Flexión	Tracción
0	24.95	4.62	4.89
0	25.3	4.69	4.69
0	25	4.68	4.56
0	25.12	4.6	4.6
0	25.42	4.9	5.15
0	25.32	4.62	4.53
0.5	25.68	5.05	5.52
0.5	25.71	5.01	5.12
0.5	25.55	5.08	4.96
0.5	25.66	5.07	5.53
0.5	25.52	5.14	4.9
0.5	25.72	5.18	4.62
0.75	26.28	5.98	5.98
0.75	26.7	5.94	5.52
0.75	26.2	5.96	5.5
0.75	26.8	5.99	5.12
0.75	26.59	6.05	4.85
0.75	26.61	6.05	5.05
1	27.85	6.75	5.68
1	27.92	6.7	5.85
1	27.82	6.82	5.72
1	27.25	6.84	5.35
1	27.98	6.92	5.45
1	27.69	6.23	5.22
1.25	29.2	7.2	5.72
1.25	28.51	7.59	5.93
1.25	29.84	7.68	5.42
1.25	29.78	7.78	6.12
1.25	29.95	6.99	5.99
1.25	28.56	7.84	6
1.5	30.32	9.26	6.59
1.5	30.52	9.54	6.1
1.5	30	9.62	6.05
1.5	30.25	8.32	5.98
1.5	30.84	9.35	5.9
1.5	30.75	9.24	6.81

Anexo E. Resultado de ensayos de laboratorio



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION”
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO FISICOS Y MECANICOS

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION


LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SA.
Geremias Rimarachiri Rimarachiri
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 257929

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

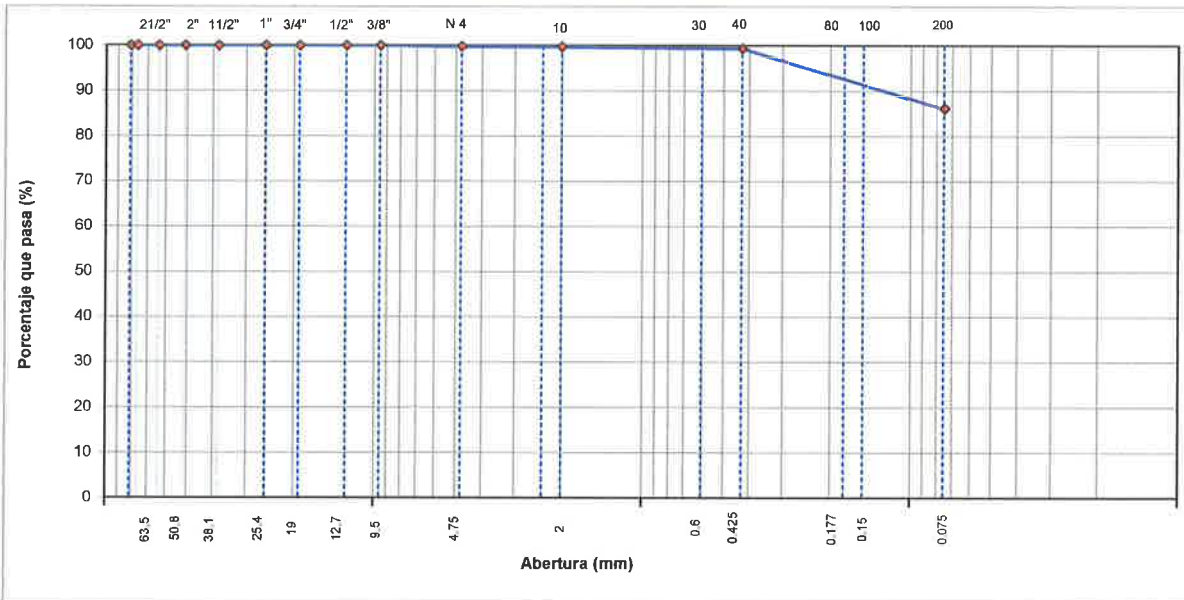
UBICACIÓN	: RAMBRAMPATA CHOTA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	ING. RESP.	: G.R.R
ESTRATO	: TERRENO NATURAL	FECHA	: 5/08/2022

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA POR EL SOLICITANTE	TAMAÑO MAXIMO	:
CALICATA	: C-1	PESO INICIAL	: 700.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCION SECA	: 700.0 g
		PROFUND. (M.)	: 0.00 - 1.50 m

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.2%
2"	50.800						% Peso Material <4 99.8%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 50.7
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 28.3
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 22.39
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500				100.0		Clasific (AASHTO): A-7-6 (15)
Nº 4	4.750	1.4	0.2	0.2	99.8		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	0.7	0.1	0.3	99.7		Contenido de Humedad (%): 21.87
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	2.50	0.4	0.7	99.3		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	27.10	3.9	4.5	95.5		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	65.50	9.4	13.9	86.1		
< Nº 200	FONDO	602.80	86.1	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 26723



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ESTRUCTURA	: RAMBRAMPATA CHOTA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	ING. RESP.	: G.R.R
ESTRATO	: TERRENO NATURAL	FECHA	: 5-ago.-22

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA POR EL SOLICITANTE	MUESTRA	: M - 1
CALICATA	: C-1	PROF. (M.)	: 0.00 - 1.50 m

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	1800.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	1477.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	323.0			
PESO DE SUELO SECO	1477.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	21.87			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 21.9

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ESTRUCTURA : RAMBRAMPATA CHOTA	HECHO POR : G.R.R
SOLICITANTE : MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	ING. RESP. : G.R.R
ESTRATO : TERRENO NATURAL	FECHA : 5-ago.-22

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA POR EL SOLICITANTE	MUESTRA : M - 1
CALICATA : C-1	PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

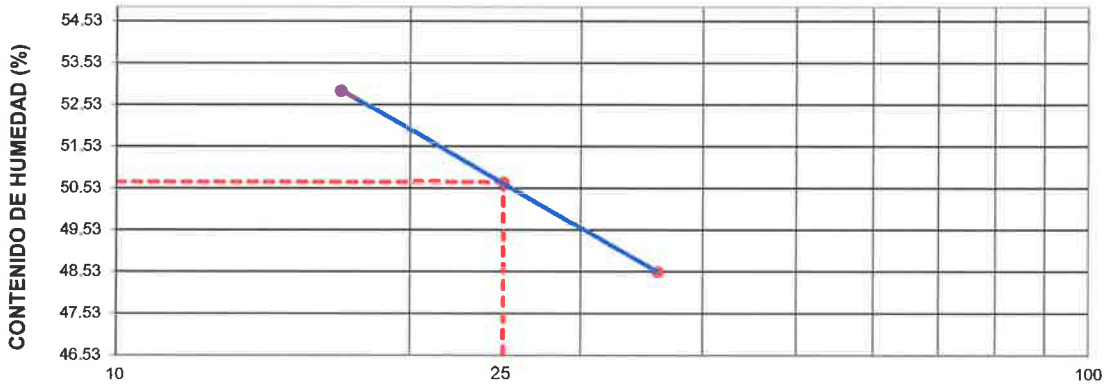
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO	11	46	27	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	44.03	46.81	47.88	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	34.30	35.81	36.63	
PESO DE AGUA (g)	9.73	11.00	11.25	
PESO DEL TARRO (g)	14.25	14.10	15.35	
PESO DEL SUELO SECO (g)	20.05	21.71	21.28	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	48.53	50.67	52.87	50.69
NUMERO DE GOLPES	36	25	17	26.00

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO	42	50		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	16.25	16.19		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	14.51	14.43		
PESO DE AGUA (g)	1.74	1.76		
PESO DEL TARRO (g)	8.38	8.21		
PESO DEL SUELO SECO (g)	6.13	6.22		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	28.38	28.30	28.34	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	50.7
LIMITE PLASTICO	28.3
INDICE DE PLASTICIDAD	22.39

Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.



	INFORME	Código	AE-FO-67
	DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DEL MATERIAL	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Tesis: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

Solicitante : MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ **Muestreado por :** SOLICITANTE

Atención : MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ **Ensayado por :** G.R.R





Material : LIMOS INORGANICOS **Fecha de Ensayo:** 5/08/2022

Código de Muestra : 01 **Turno:** Diurno

Procedencia : RAMBRAMPATA CHOTA

	IDENTIFICACIÓN	1		
A	Peso Mat Sat Sup. Seca (SSS)	100,0		
B	Peso Frasco + agua	642,0		
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	702,6		
D	Peso del Mat. Seco	89,0		
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.259		2.259
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.538		2.538
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.600		2.600
% Absorción = 100*((A-D)/D)		12,4		12,4

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
<p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO </p>	<p>Nombre y firma:</p>	<p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Ceremis Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 20720 </p>



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA (ADOBES)

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 27879

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

Ubicación : RAMBRAMPATA CHOTA

Solicitante : MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

Fecha : 10-08-22

Tipo de Muestra : ADOBE TRADICIONAL (6 UNIDADES)

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (MM)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO				
1	ADOBE N° 1	18252	390.80	390.9	90.8	1527.6	38112	24.95	2.45E+03
2	ADOBE N° 2	18241	400.1	400.2	90.90	1601.2	40515	25.30	2.48E+03
3	ADOBE N° 3	18235	400.0	390.8	90.90	1563.2	39085	25.00	2.45E+03
4	ADOBE N° 4	18212	390.9	400.0	100.10	1563.6	39279	25.12	2.46E+03
5	ADOBE N° 5	18253	400.5	400.0	90.90	1602.0	40725	25.42	2.49E+03
6	ADOBE N° 6	18225	400.4	400.1	90.80	1602.0	40558	25.32	2.48E+03

PROMEDIO	25.19	2.47E+03
DESV. ESTANDAR	0.19	1.86E+01
f'b	25.00	2.45E+03

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron adobes completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁶).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Romarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Romarachin Romarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. C. N° 264570



INFORME DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

Ubicación RAMBRAMPATA CHOTA

Solicitante MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

Fecha 10-08-22

Tipo de Muestra ADOBE CON 0.50 % DE AGAVE (6 UNIDADES)

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO				
1	ADOBE N° 1	18148	400.00	401.0	99.00	1604.0	41190	25.68	2.52E+03
2	ADOBE N° 2	18134	401.00	402.0	100.00	1612.0	41450	25.71	2.52E+03
3	ADOBE N° 3	18115	399.0	400.0	99.00	1596.0	40780	25.55	2.51E+03
4	ADOBE N° 4	18120	400.0	401.0	98.00	1604.0	41160	25.66	2.52E+03
5	ADOBE N° 5	18147	398.0	400.0	101.00	1592.0	40620	25.52	2.50E+03
6	ADOBE N° 6	18108	404.0	401.0	98.00	1620.0	41670	25.72	2.52E+03

PROMEDIO	25.64	2.51E+03
DESV. ESTANDAR	0.09	8.49E+00
f'b	25.55	2.51E+03

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron adobes completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Rep. C.I.D. N° 267527



INFORME DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

Ubicación RAMBRAMPATA CHOTA

Solicitante MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

Fecha 10-08-22

Tipo de Muestra ADOBE CON 0.75 % DE AGAVE (6 UNIDADES)

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO				
1	ADOBE N° 1	18010	400.00	390.0	99.00	1560.0	41000	26.28	2.58E+03
2	ADOBE N° 2	18015	401.00	400.0	100.00	1604.0	42830	26.70	2.62E+03
3	ADOBE N° 3	18006	399.00	399.0	101.00	1592.0	41710	26.20	2.57E+03
4	ADOBE N° 4	18018	399.00	400.0	99.00	1596.0	42770	26.80	2.63E+03
5	ADOBE N° 5	18022	398.00	401.0	99.00	1596.0	42430	26.59	2.61E+03
6	ADOBE N° 6	17990	399.00	400.0	101.00	1596.0	42470	26.61	2.61E+03

PROMEDIO	26.53	2.60E+03
DESV. ESTANDAR	0.24	2.33E+01
f'b	26.29	2.58E+03

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron adobes completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².


LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rinarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rinarachin Rinarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 52823



INFORME DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".
Ubicación RAMBRAMPATA CHOTA
Solicitante MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ
Fecha 10-08-22
Tipo de Muestra ADOBE CON 1.00 % DE AGAVE (6 UNIDADES)

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO				
1	ADOBE N° 1	17915	399.00	402.0	100.00	1604.0	44670	27.85	2.73E+03
2	ADOBE N° 2	17890	400.00	400.0	99.00	1600.0	44670	27.92	2.74E+03
3	ADOBE N° 3	17870	401.0	399.0	98.0	1600.0	44510	27.82	2.73E+03
4	ADOBE N° 4	17890	401.0	398.0	99.0	1596.0	43490	27.25	2.67E+03
5	ADOBE N° 5	17858	399.0	399.0	101.0	1592.0	44540	27.98	2.74E+03
6	ADOBE N° 6	17835	399.0	400.0	100.0	1596.0	44200	27.69	2.72E+03

PROMEDIO	27.75	2.72E+03
DESV. ESTANDAR	0.26	2.59E+01
f'b	27.5	2.70E+03

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
 Se ensayaron adobes completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².


 LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Ertin Clavo Rinarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Rinarachin Rinarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.P. N° 17527



INFORME DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

Ubicación RAMBRAMPATA CHOTA

Solicitante MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

Fecha 10-08-22

Tipo de Muestra ADOBE CON 1.25 % DE AGAVE (6 UNIDADES)

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO				
1	ADOBE N° 1	17810	401.00	398.0	99.00	1596.0	46600	29.20	2.86E+03
2	ADOBE N° 2	17750	401.00	400.0	99.00	1604.0	45730	28.51	2.80E+03
3	ADOBE N° 3	17734	399.0	398.0	100.0	1588.0	47380	29.84	2.93E+03
4	ADOBE N° 4	17755	398.0	398.0	100.0	1584.0	47180	29.78	2.92E+03
5	ADOBE N° 5	17746	399.0	399.0	101.0	1592.0	47680	29.95	2.94E+03
6	ADOBE N° 6	17690	399.0	400.0	102.0	1596.0	45580	28.56	2.80E+03

PROMEDIO	29.31	2.87E+03
DESV. ESTANDAR	0.65	6.40E+01
f'b	28.65	2.81E+03

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron adobes completos.

Dónde: $C = W/A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁶).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 200970



INFORME DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

Ubicación RAMBRAMPATA CHOTA

Solicitante MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

Fecha 10-08-22

Tipo de Muestra ADOBE CON 1.50 % DE AGAVE (6 UNIDADES)

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO				
1	ADOBE N° 1	17720	401.00	398.0	99.00	1596.0	48390	30.32	2.97E+03
2	ADOBE N° 2	17620	399.00	400.0	399.00	1596.0	48710	30.52	2.99E+03
3	ADOBE N° 3	17625	399.0	399.0	101.0	1592.0	47760	30.00	2.94E+03
4	ADOBE N° 4	17645	398.0	398.0	100.0	1584.0	47920	30.25	2.97E+03
5	ADOBE N° 5	17625	399.0	399.0	101.0	1592.0	49100	30.84	3.02E+03
6	ADOBE N° 6	17580	399.0	400.0	102.0	1596.0	49080	30.75	3.02E+03

PROMEDIO	30.45	2.99E+03
DESV. ESTANDAR	0.32	3.13E+01
f'b	30.13	2.95E+03

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron adobes completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁶).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².


LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Erlin Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. PROF. N.º 12345




"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA (ADOBES)

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. SUP. 167870

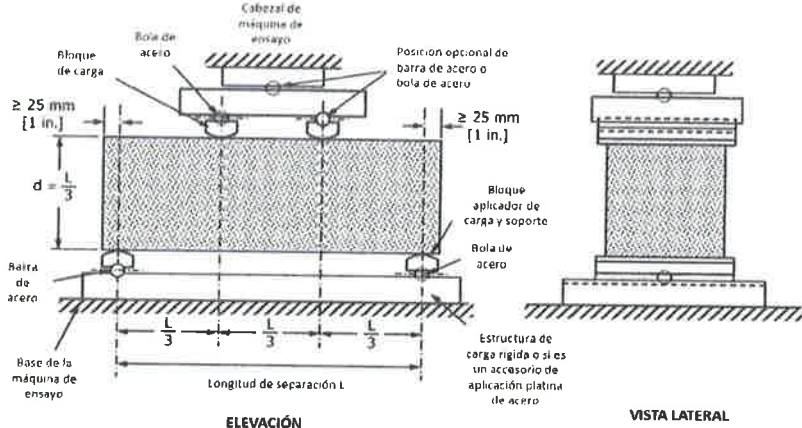
DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DE FLEXIÓN EN ADOBES	Revisión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1



PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	GSE19-LEM-163-26
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR :	SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO	: -	REVISADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: -	FECHA DE ENSAYO :	24/10/2022
		TURNO :	Diuño
Tipo de muestra	: PROPIA		
Presentación	: ADOBES TRADICIONAL		
F'c de diseño	: -		


RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ADOBES (TRADICIONAL)

IDENTIFICACIÓN	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	AREA BRUTA	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
ADOBE TRADICIONAL	39.8	39.9	9.9	1588.02	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	4.62 kg/cm2
ADOBE TRADICIONAL	40.1	40.2	10	1612.02	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	4.89 kg/cm2
ADOBE TRADICIONAL	40	39.8	9.9	1592.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	4.68 kg/cm2
ADOBE TRADICIONAL	39.9	40	9.8	1596.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	46.0	4.60 kg/cm2
ADOBE TRADICIONAL	40.5	40	10.1	1620.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	47.0	4.90 kg/cm2
ADOBE TRADICIONAL	40.4	40.1	9.8	1620.04	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	48.0	4.62 kg/cm2



- OBSERVACIONES:**
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN
 - Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
 - Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

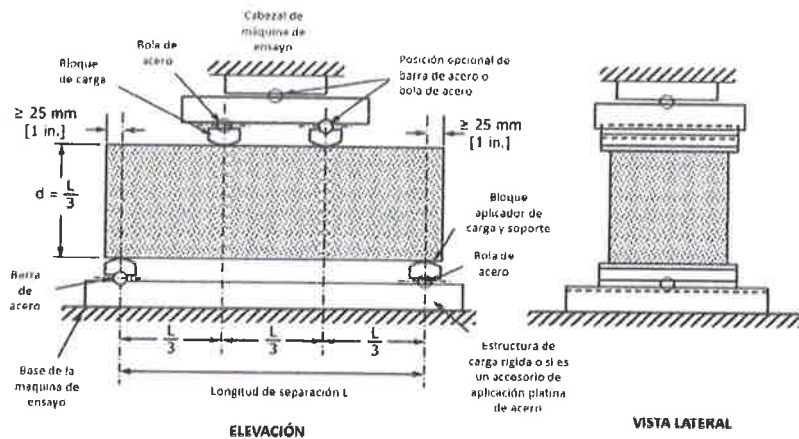
INGEOCONTROL SAC			
TÉCNICO LEM D: Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimarachin</i> LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	JEFE LEM D: Nombre y firma:	COO - LEM D: Nombre:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Ceremias Rimarachin B...</i> INGENIERO CIVIL Reg. C.O.P.R. 10	D: M: A:

	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DE FLEXIÓN EN ADOBES	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	GSE19-LEM-163-26
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR :	SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO		FECHA DE ENSAYO :	24/10/2022
		TURNO :	Diumo
Tipo de muestra	: PROPIA		
Presentación	ADOVES CON 0.5% DE AGAVE		
F ^o de diseño			



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ADOBES (0.5% DE AGAVE)


IDENTIFICACIÓN	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	AREA BRUTA	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
ADOVES CON 0.5% DE AGAVE	40.1	39.8	9.9	1595.99	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	5.05 kg/cm ²
ADOVES CON 0.5% DE AGAVE	39.9	40.1	9.9	1599.99	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	5.01 kg/cm ²
ADOVES CON 0.5% DE AGAVE	40.1	40	9.9	1604.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	5.08 kg/cm ²
ADOVES CON 0.5% DE AGAVE	40.1	40.1	9.8	1608.01	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	46.0	5.07 kg/cm ²
ADOVES CON 0.5% DE AGAVE	39.8	39.9	10.1	1588.02	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	47.0	5.14 kg/cm ²
ADOVES CON 0.5% DE AGAVE	40.1	39.8	10	1595.98	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	48.0	5.18 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

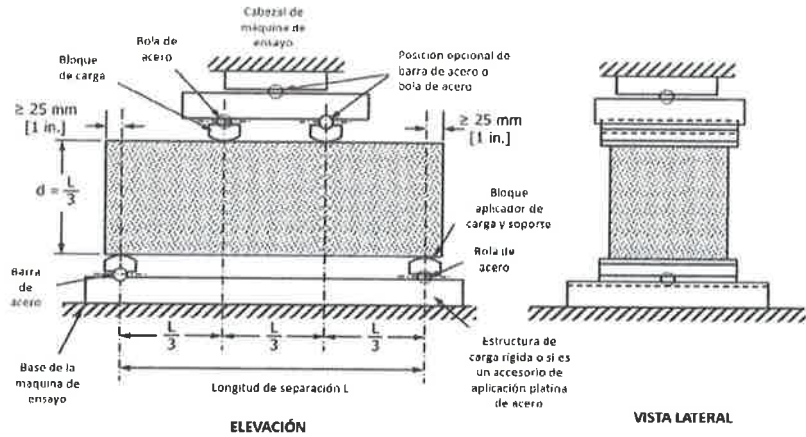
INGECONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimarachin</i> LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	A:	 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Geremias Rimarachin Jimarachi</i> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 207829	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DE FLEXIÓN EN ADOBES		Versión	01
			Fecha	
			Página	1 de 1

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	GSE19-LEM-163-26
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR :	SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO	: -	REVISADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: -	FECHA DE ENSAYO :	24/10/2022
		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: PROPIA		
Presentación	: ADOVES CON 0.75% DE AGAVE		
F^o de diseño	: -		



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ADOBES (0.75% DE AGAVE)

IDENTIFICACIÓN	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	AREA BRUTA	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
ADOVES CON 0.75% DE AGAVE	40	39.8	10	1592.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	5.98 kg/cm ²
ADOVES CON 0.75% DE AGAVE	40.1	39.9	9.9	15999.90	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	5.94 kg/cm ²
ADOVES CON 0.75% DE AGAVE	40.4	40	9.9	1616.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	5.96 kg/cm ²
ADOVES CON 0.75% DE AGAVE	39.9	40.1	9.8	1599.99	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	46.0	5.99 kg/cm ²
ADOVES CON 0.75% DE AGAVE	40	39.9	10.1	1596.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	47.0	6.05 kg/cm ²
ADOVES CON 0.75% DE AGAVE	40.1	39.8	10	1595.98	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	48.0	6.05 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

INGECONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimarachin</i> LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Geremias Rimarachin Rimarachin</i> INGENIERO CIVIL Reg. CIPN 12350	
	A:		

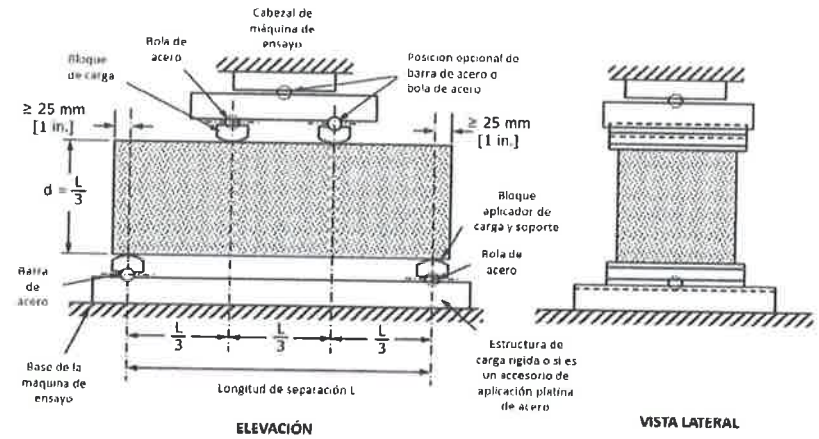


FORMATO		Código	AE-FO-124
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DE FLEXIÓN EN ADOBES		Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	GSE19-LEM-163-26
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR :	SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO	: -	REVISADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: -	FECHA DE ENSAYO :	24/10/2022
		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: PROPIA		
Presentación	: ADOVES CON 1.0% DE AGAVE		
Fº de diseño	: -		


RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ADOBES (1.0% DE AGAVE)

IDENTIFICACIÓN	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	AREA BRUTA	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
ADOVES CON 1.0% DE AGAVE	39.8	40.1	10	1595.98	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	6.75 kg/cm ²
ADOVES CON 1.0% DE AGAVE	40	39.9	9.8	1596.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	6.70 kg/cm ²
ADOVES CON 1.0% DE AGAVE	40	40	10	1600.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	6.82 kg/cm ²
ADOVES CON 1.0% DE AGAVE	39.8	39.9	10.1	1588.02	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	46.0	6.84 kg/cm ²
ADOVES CON 1.0% DE AGAVE	40	40	9.9	1600.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	47.0	6.92 kg/cm ²
ADOVES CON 1.0% DE AGAVE	40.1	39.9	9.8	1599.99	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	48.0	6.23 kg/cm ²



- OBSERVACIONES:**
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN
 - Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
 - Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

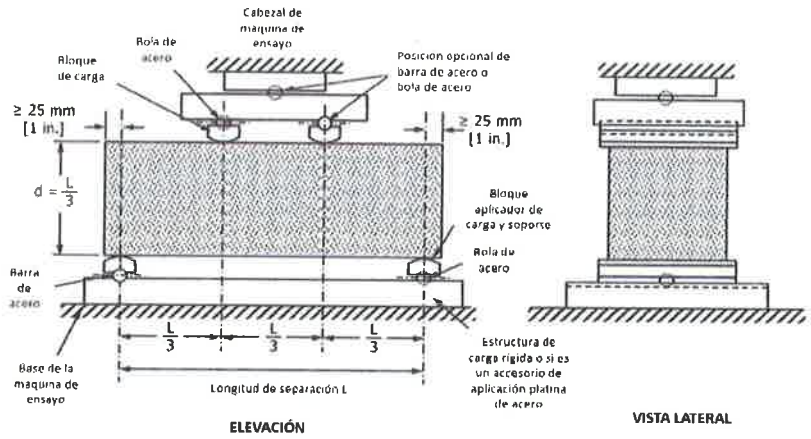
INGECONTROL SAC			
TÉCNICO LEM Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	D:	JEFE LEM Nombre y firma:	D:
	M:		M:
	A:		A:
		COC - LEM Nombre y firma: Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. C.19 N° 26722	D:

	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DE FLEXION EN ADOVES	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1



PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	GSE19-LEM-163-26
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR	: SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: --	FECHA DE ENSAYO	: 24/10/2022
		TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: PROPIA		
Presentación	: ADOVES CON 1.25% DE AGAVE		
F'c de diseño	: -		


RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ADOVES (1.25% DE AGAVE)

IDENTIFICACIÓN	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	AREA BRUTA	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
ADOVES CON 1.25% DE AGAVE	39.8	40.1	10	1595.98	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	7.20 kg/cm2
ADOVES CON 1.25% DE AGAVE	40	39.9	9.8	1596.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	7.59 kg/cm2
ADOVES CON 1.25% DE AGAVE	40	40	10	1600.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	7.68 kg/cm2
ADOVES CON 1.25% DE AGAVE	39.8	39.9	10.1	1588.02	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	46.0	7.78 kg/cm2
ADOVES CON 1.25% DE AGAVE	40	40	9.9	1600.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	47.0	6.99 kg/cm2
ADOVES CON 1.25% DE AGAVE	40.1	39.9	9.8	1599.99	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	48.0	7.84 kg/cm2



- OBSERVACIONES:**
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN
 - Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
 - Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

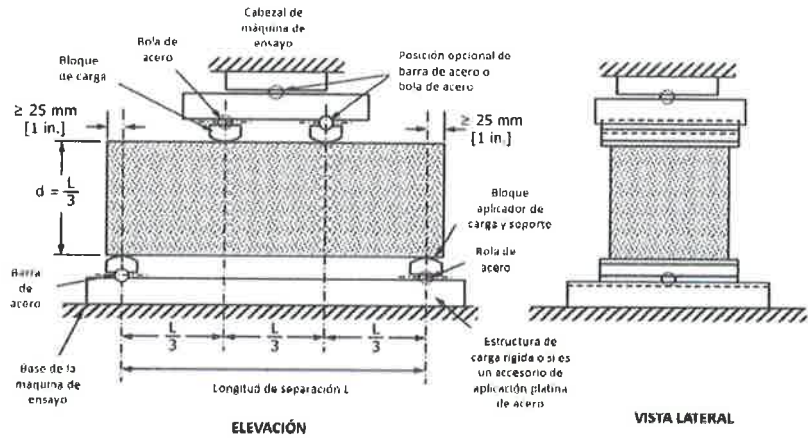
INGECONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erin Clavo Rimarachin</i> LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	A:	 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Geremias Rimarachin Rimarachin</i> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 268679	A:

	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DE FLEXIÓN EN ADOBES	Verión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1



PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	GSE19-LEM-163-26
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR :	SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO	: -	REVISADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: -	FECHA DE ENSAYO :	24/10/2022
		TURNO :	Diumo
Tipo de muestra	: PROPIA		
Presentación	: ADOVES CON 1.50% DE AGAVE		
F'c de diseño	: -		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ADOBES (1.50% DE AGAVE)

IDENTIFICACIÓN	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	AREA BRUTA	FECHA DE ROTURA	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
ADOVES CON 1.50% DE AGAVE	40	39.9	10	1596.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	9.26 kg/cm2
ADOVES CON 1.50% DE AGAVE	39.9	40.2	9.8	1603.98	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	9.54 kg/cm2
ADOVES CON 1.50% DE AGAVE	40.1	40.1	9.8	1608.01	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	45.0	9.62 kg/cm2
ADOVES CON 1.50% DE AGAVE	39.9	40.1	9.9	1599.99	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	46.0	8.32 kg/cm2
ADOVES CON 1.50% DE AGAVE	40	40	10	1600.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	47.0	9.35 kg/cm2
ADOVES CON 1.50% DE AGAVE	40	39.9	9.8	1596.00	24/10/2022	TERCIO CENTRAL	48.0	9.24 kg/cm2



- OBSERVACIONES:**
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN
 - Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
 - Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rímarachin</i> LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	A:	 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Geremias Rímarachin Rímarachin</i> INGENIERO CIVIL Reg. C.O.P. Nº 26 4270	A:



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE TRACCIÓN DE ESPECIMEN DE ADOBE

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. C.O. Nº 25620

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



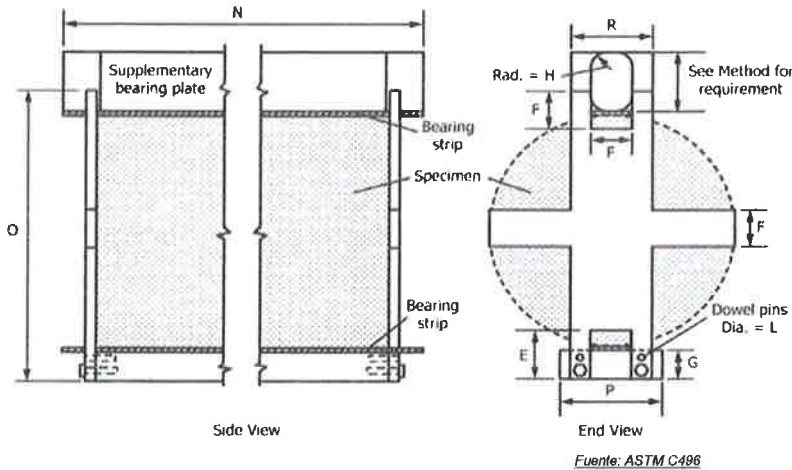
INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	1
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR :	SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: RAMBRAMPATA CHOTA	FECHA DE ENSAYO :	12/09/2022
		TURNO :	DiuMo
Tipo de muestra	: ESPECIMEN DE ADOBE TRADICIONAL (6 UNIDADES)		
Presentación	: PROPIA		

**ENSAYO DE TRACCIÓN DE ESPECIMEN DE ADOBE
ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA EN KN	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.38	15.2	34.80	3548.58	4.89 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.41	15.24	33.5	3416.00	4.69 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.45	15.21	32.5	3314.03	4.56 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.39	15.23	32.8	3344.62	4.60 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.42	15.25	36.80	3752.50	5.15 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.4	15.24	32.25	3416.00	4.53 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
<p>Nombre y firma:</p> <p>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimauchin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</p>	<p>Nombre y firma:</p>	<p>Nombre y firma:</p> <p>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Geremias Rimauchin Rimauchin INGENIERO CIVIL Reg. CIP. No. 27717</p>



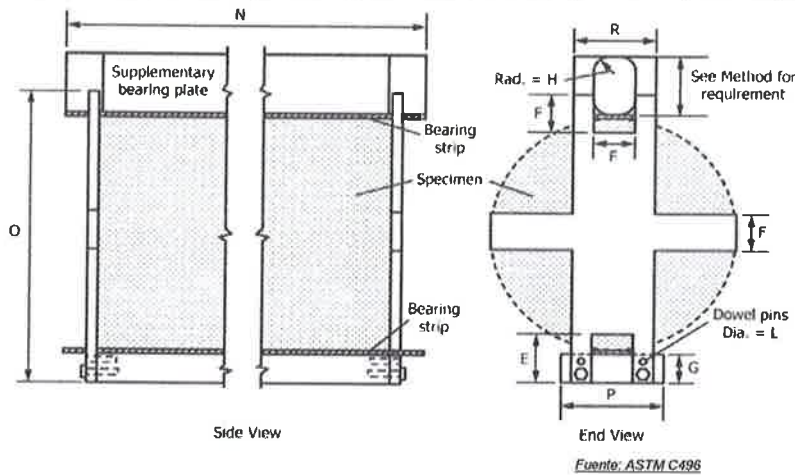
INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	1
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR :	SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: RAMBRAMPATA CHOTA	FECHA DE ENSAYO :	12/09/2022
		TURNO :	Diumo
Tipo de muestra	: ESPECIMEN DE ADOBE CON 0.50 % DE AGAVE (6 UNIDADES)		
Presentación	: PROPIA		

**ENSAYO DE TRACCIÓN DE ESPECIMEN DE ADOBE
ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA EN KN	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.39	15.26	39.40	4017.62	5.52 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.39	15.2	36.4	3711.71	5.12 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.44	15.19	35.3	3599.54	4.96 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.48	15.2	39.45	4022.72	5.53 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.44	15.25	35.05	3574.05	4.90 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.42	15.24	33	3365.01	4.62 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimarachin</i> LABORATORISTA EN LOS CONCRETOS Y ASFALTOS	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Geremias Rimarachin Rimarachin</i> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 20375



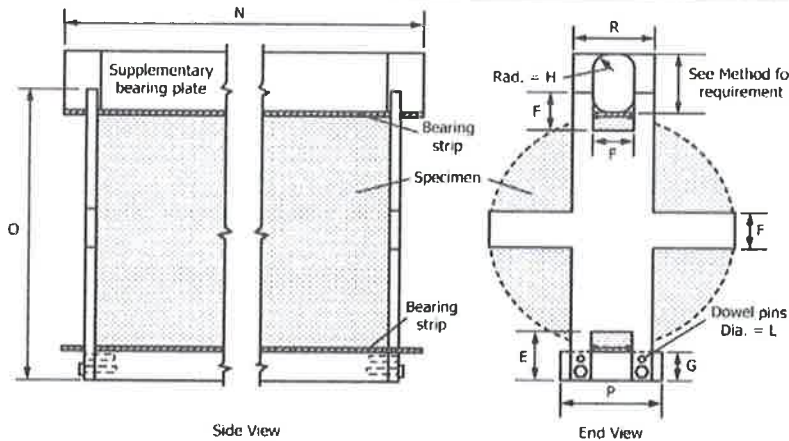
INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	1
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR :	SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: RAMBRAMPATA CHOTA	FECHA DE ENSAYO :	12/09/2022
		TURNO :	Diumo
Tipo de muestra	: ESPECIMEN DE ADOBE CON 0.75 % DE AGAVE (6 UNIDADES)		
Presentación	: PROPIA		

**ENSAYO DE TRACCIÓN DE ESPECIMEN DE ADOBE
ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA EN KN	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.46	15.25	42.80	4364.32	5.98 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.46	30.48	39.45	4022.72	5.52 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.44	15.21	39.2	3997.22	5.50 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.39	15.21	36.45	3716.81	5.12 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.43	15.2	34.55	3523.06	4.85 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.4	15.25	36.1	3681.12	5.05 kg/cm ²



Fuente: ASTM C496

OBSERVACIONES:

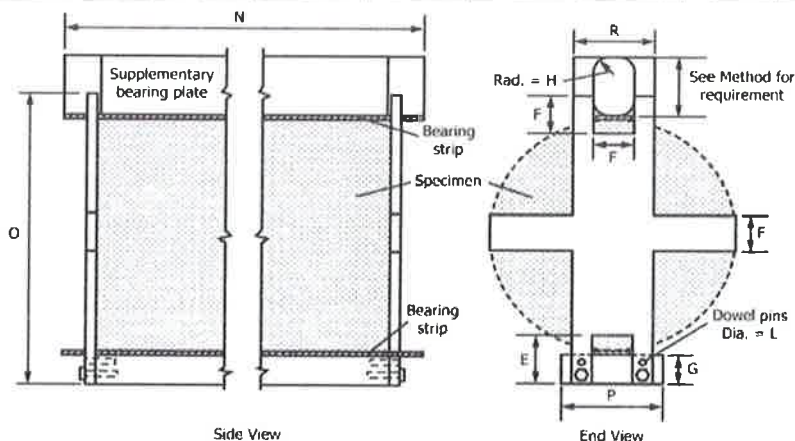
- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
<p>Nombre y firma:</p> <p>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimbarchin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</p>	<p>Nombre y firma:</p>	<p>Nombre y firma:</p> <p>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimbarchin Rimbarchin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870</p>

INFORME	
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO	
PROYECTO	:"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ
CÓDIGO DE PROYECTO	:---
UBICACIÓN DE PROYECTO	: RAMBRAMPATA CHOTA
Tipo de muestra	: ESPECIMEN DE ADOBE CON 1.00 % DE AGAVE (6 UNIDADES)
Presentación	: PROPIA
REGISTRO N°:	1
REALIZADO POR :	SOLICITANTE
REVISADO POR :	G.R.R
FECHA DE ENSAYO :	12/09/2022
TURNO :	Diuino

**ENSAYO DE TRACCIÓN DE ESPECIMEN DE ADOBE
ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA EN KN	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.46	15.24	40.30	4109.39	5.84 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.45	15.24	41.8	4262.35	5.85 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.45	15.22	40.85	4165.47	5.72 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.46	15.22	38.2	3895.25	5.35 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.48	15.25	39.00	3976.83	5.45 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.49	15.21	37.3	3803.48	5.22 kg/cm ²



Fuente: ASTM C496

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870



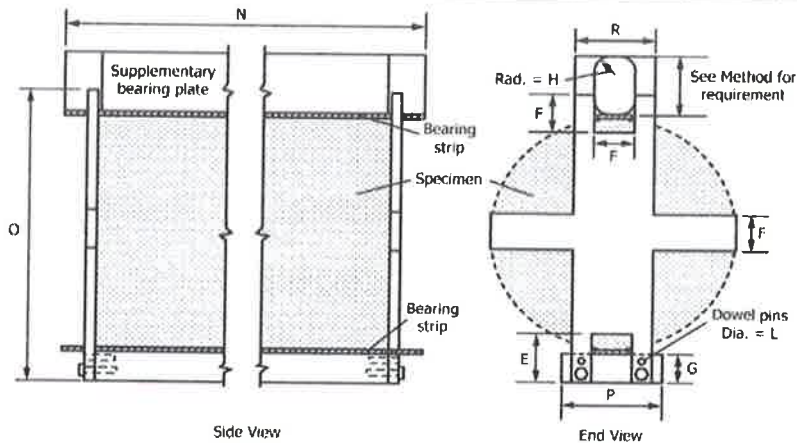
INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	1
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR :	SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO	:---	REVISADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: RAMBRAMPATA CHOTA	FECHA DE ENSAYO :	12/09/2022
		TURNO :	Diumo
Tipo de muestra	: ESPECIMEN DE ADOBE CON 1.25 % DE AGAVE (6 UNIDADES)		
Presentación	: PROPIA		

**ENSAYO DE TRACCIÓN DE ESPECIMEN DE ADOBE
ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA EN KN	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.45	15.23	40.85	4165.47	5.72 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.44	15.23	42.35	4318.43	5.93 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.43	15.24	38.7	3948.24	5.42 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.42	15.2	43.56	4441.81	6.12 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.42	15.21	15.21	4354.12	5.99 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.43	15.2	15.2	4359.22	6.00 kg/cm ²



Fuente: ASTM C496

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Gremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 261870



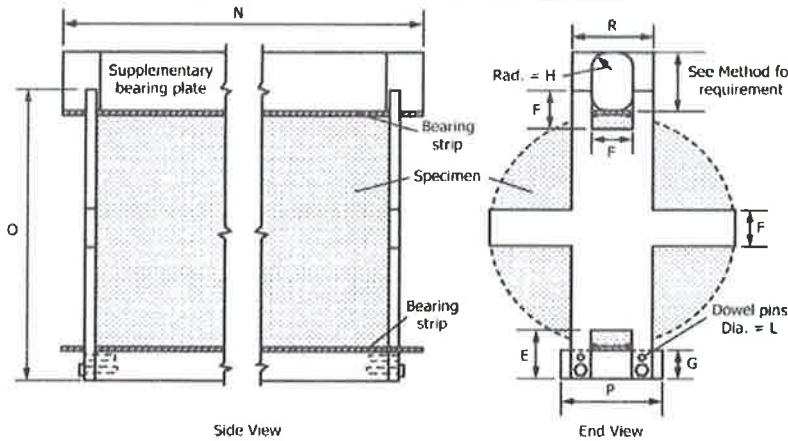
INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".	REGISTRO N°:	1
SOLICITANTE	: MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ	REALIZADO POR :	SOLICITANTE
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: RAMBRAMPATA CHOTA	FECHA DE ENSAYO :	12/09/2022
		TURNO :	Diumo
Tipo de muestra	: ESPECIMEN DE ADOBE CON 1.50 % DE AGAVE (8 UNIDADES)		
Presentación	: PROPIA		

**ENSAYO DE TRACCIÓN DE ESPECIMEN DE ADOBE
ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA EN KN	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.44	15.22	47.00	4165.47	6.59 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.47	15.24	43.6	4318.43	6.10 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.39	15.21	43.1	3946.24	6.05 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.44	15.21	42.65	4441.81	5.98 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.42	15.25	4298.04	4354.12	5.90 kg/cm ²
ESPECIMEN DE ADOBE	15/08/2022	12/09/2022	28 días	30.4	15.25	48.6	4359.22	6.81 kg/cm ²



Fuente: ASTM C496

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 284570



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MURETES (ADOBES)

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rinarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rinarachin Rinarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. C.R. Nº 201870

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME DE ENSAYO		Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL MURETES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.621:2015		Versión	01
			Página	

Tesis : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

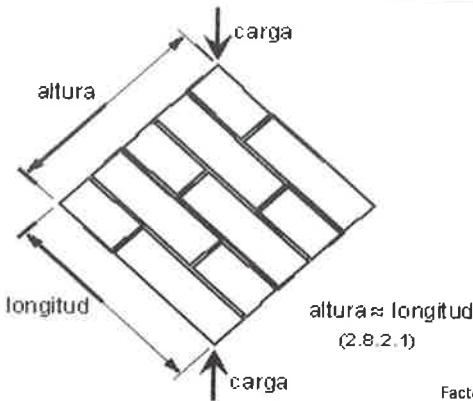
Ubicación : RAMBRAMPATA CHOTA

Solicitante : MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

Fecha : 26-08-22

Identificación : MURETE CON HICHO (6 UNIDADES)

N° MUESTRA	UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			Diagonal Principal (cm)	ÁREA DIAGONAL (cm ²) (A diag.)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA	
	LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm ²	Kpa
MURETE N° 01 TRADICIONAL	61.90	39.90	33.80	70.52	2813.75	1045	0.43	4.19E+01
MURETE N° 02 TRADICIONAL	61.80	39.90	33.80	70.43	2810.16	925	0.38	3.71E+01
MURETE N° 03 TRADICIONAL	61.90	40.00	34.00	70.83	2833.20	1104	0.45	4.39E+01
MURETE N° 04 TRADICIONAL	62.10	40.00	33.90	70.55	2822.00	985	0.40	3.94E+01
MURETE N° 05 TRADICIONAL	62.00	40.10	34.00	70.71	2835.47	1032	0.42	4.10E+01
MURETE N° 06 TRADICIONAL	61.90	39.80	33.90	70.57	2808.69	1039	0.43	4.17E+01
PROMEDIO (\bar{V}_m)							0.42	4.08E+01
DESV. ESTANDAR (S)							0.02	2.35
V'm							0.39	3.85E+01



Factor Incremento por edad(28 días) = 1.15

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A \text{ diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

V'm = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².

Vm = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm².

S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm².

W= Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².

1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ.

Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia.

Se ensayaron Muretes de adobes


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 263370

	INFORME DE ENSAYO	Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL MURETES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.621:2015	Versión	01
		Página	

Tesis : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

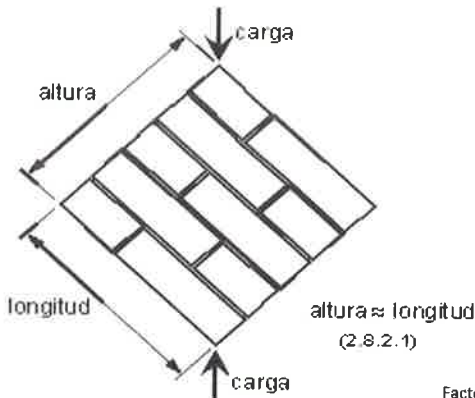
Ubicación : RAMBRAMPATA CHOTA

Solicitante : MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

Fecha : 26-08-22

Identificación : MURETE CON HICHO MAS EL OPTIMO CONTENIDO DE AGAVE EL 1.50 % (6 UNIDADES)

N° MUESTRA	UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			Diagonal Principal (cm)	ÁREA DIAGONAL (cm²) (A diag.)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA	
	LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm²	Kpa
MURETE N° 01 TRADICIONAL	62.10	39.80	33.90	70.75	2815.85	1185	0.48	4.75E+01
MURETE N° 02 TRADICIONAL	61.50	40.00	33.60	70.08	2803.20	1235	0.51	4.97E+01
MURETE N° 03 TRADICIONAL	61.20	39.90	33.90	69.96	2791.40	1325	0.55	5.35E+01
MURETE N° 04 TRADICIONAL	62.10	39.90	34.10	70.84	2826.52	1321	0.54	5.27E+01
MURETE N° 05 TRADICIONAL	62.00	39.90	34.10	70.75	2822.93	1235	0.50	4.93E+01
MURETE N° 06 TRADICIONAL	61.80	40.10	33.80	70.43	2824.24	1305	0.53	5.21E+01
PROMEDIO (\bar{V}_m)							0.52	5.08E+01
DESV. ESTANDAR (S)							0.02	2.34
V'm							0.49	4.85E+01



Factor Incremento por edad(28 días) = 1.15

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A \text{ diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

\bar{V}_m = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².

V_m = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm².

S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm².

W= Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².

1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ.

Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia. Se ensayaron Muretes de adobes



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PILAS (ADOBES)

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. Nº 257920

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME DE ENSAYO		Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE AXIAL DE ALBAÑILERÍA NTP 399.605:2018		Versión	01
			Página	-

Tesis : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

Ubicación : RAMBRAMPATA CHOTA

Solicitante : MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

Fecha : 26-08-22

Identificación : ADOBE TRADICIONAL (6 UNIDADES)

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (KN) (W)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C)	ESBELTEZ (H/E)	FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO	RESISTENCIA CORREGIDA kg/cm ²
		ANCHO (A)	LARGO (L)	ALTO (H)							
1	PILA N° 01 ADOBE TRADICIONAL	40.00	40.00	33.70	1600.0	128.70	13123.54	8.20	0.84	1.02	8.40
2	PILA N° 02 ADOBE TRADICIONAL	40.10	39.90	33.8	1600.0	126.45	12894.11	8.06	0.84	1.02	8.25
3	PILA N° 03 ADOBE TRADICIONAL	39.80	40.10	34.0	1596.0	124.00	12644.28	7.92	0.85	1.02	8.11
4	PILA N° 04 ADOBE TRADICIONAL	39.80	39.90	33.8	1588.0	124.00	12644.28	7.96	0.85	1.02	8.15
5	PILA N° 05 ADOBE TRADICIONAL	39.9	40.00	34.0	1596.0	127.20	12970.58	8.13	2.40	1.02	8.29
6	PILA N° 06 ADOBE TRADICIONAL	40.10	39.8	33.9	1596.0	127.60	13011.37	8.15	2.40	1.02	8.32
PROMEDIO											8.25
DESV. ESTANDAR											0.11
f'm											8.15

OBSERVAC.: Las Pilas de Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

Se ensayaron Pilas de albañilería

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
Geremias Rima Schin Rimorichin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 264379

	INFORME DE ENSAYO		Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE AXIAL DE ALBAÑILERÍA NTP 399.605:2018		Versión	01
			Página	1

Tesis : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE AGAVE EN LOS ESFUERZOS ADMISIBLES DEL ADOBE, EN RAMBRAMPATA CHOTA, CAJAMARCA - 2019".

Ubicación : RAMBRAMPATA CHOTA

Solicitante : MANUEL ESPINOZA SÁNCHEZ

Fecha : 26-08-22

Identificación : : PILAS CON 1.5 % DE AGAVE (6 UNIDADES)

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (KN)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C)	ESBELTEZ (H/E)	FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO	RESISTENCIA CORREGIDA kg/cm ²
		ANCHO (A)	LARGO (L)	ALTO (H)							
1	PILAS CON 1.5 % DE AGAVE	40.00	40.00	33.70	1600.0	138.80	14153.44	8.85	0.84	1.02	9.06
2	PILAS CON 1.5 % DE AGAVE	40.10	39.90	33.8	1600.0	139.50	14224.82	8.89	0.84	1.02	9.10
3	PILAS CON 1.5 % DE AGAVE	39.80	40.10	34.0	1596.0	138.62	14135.08	8.86	0.85	1.02	9.07
4	PILAS CON 1.5 % DE AGAVE	39.80	39.90	33.8	1588.0	137.20	13990.28	8.81	0.85	1.02	9.02
5	PILAS CON 1.5 % DE AGAVE	39.9	40.00	34.0	1596.0	139.70	14245.21	8.93	2.40	1.02	9.10
6	PILAS CON 1.5 % DE AGAVE	40.10	39.8	33.9	1596.0	139.40	14214.62	8.91	2.40	1.02	9.08
PROMEDIO											9.07
DESV. ESTANDAR											0.03
f'm											9.04

OBSERVAC.: Las Pilas de Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

Se ensayaron Pilas de albañilería

Dónde: $C = W/A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
Erlin Clavo Rinarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
Geremias Rinarachin Rinarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 217971

CERTIFICADOS INDECOPI E INACAL



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 341 - 2021

Expediente : 093-2021
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : PERUTEST
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 200910
Capacidad de Prensa : 2000 kN
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
08 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	17,1	17,3
Humedad %	68	67

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



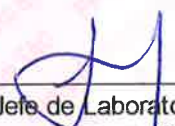

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,165	100,189	-0,17	-0,19	100,2	-0,18	-0,02
200	200,045	200,146	-0,02	-0,07	200,1	-0,05	-0,05
300	299,926	300,023	0,02	-0,01	300,0	0,01	-0,03
400	397,512	398,339	0,62	0,42	397,9	0,52	-0,21
500	499,776	500,597	0,04	-0,12	500,2	-0,04	-0,16
600	600,980	600,781	-0,16	-0,13	600,9	-0,15	0,03
700	701,040	701,442	-0,15	-0,21	701,2	-0,18	-0,06

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

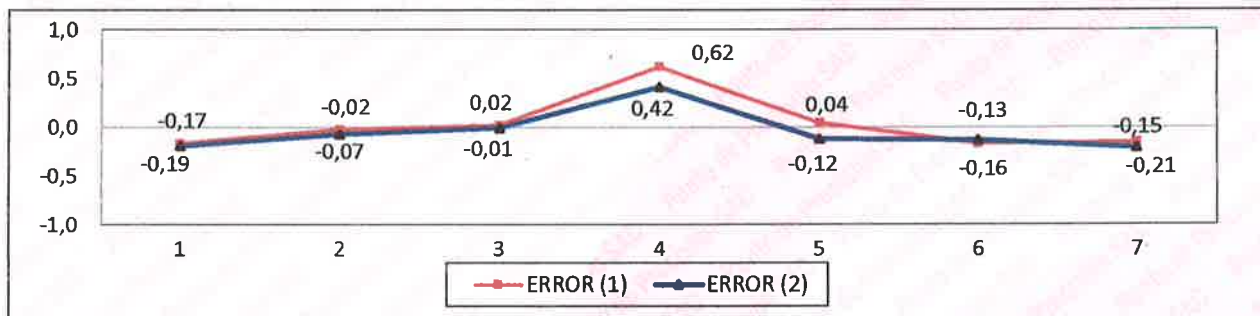
Ecuación de ajuste : $y = 0,9982x + 0,649$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-1002-2021

Punto de Precisión SAC

Expediente : 093-2021
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. **Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. **Instrumento** : PIE DE REY

Tipo de Indicación : Digital

Alcance de Indicación : 200 mm

División mínima : 0,01 mm

Marca : INSIZE
Modelo : 1180-200W
Serie : 2310171293
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : 1108

3. **Lugar y fecha de Calibración**

JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

Fecha de calibración: 2021-07-08

4. **Método de Calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa según el PC-012 " Procedimiento de calibración de pie de rey del Indecopi -SNM" Edición 5 , 2012.

5. **Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
JUEGO DE BLOQUES PATRON	INSIZE	LLA - 011 - 2020	INACAL - DA
TERMÓMETRO DE CONTACTO	NO INDICA	CCP-0585-004-2020	INACAL - DA


6. **Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,0	20,4
Humedad %	65,4	64,4

7. **Observaciones**

- Se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aproximado del 95 %.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



8. Resultados

ERROR DE REFERENCIA INICIAL

Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (μm)
200,00	200,01	4

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

Valor Nominal (mm)	Valor Patrón (mm)	Indicación del Pie de Rey			Promedio (mm)	Error (μm)
		Superior (mm)	Central (mm)	Inferior (mm)		
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0
20,00	20,000	20,00	20,01	20,02	20,010	10
40,00	40,000	40,01	40,02	40,01	40,013	13
60,00	60,000	60,02	60,01	60,02	60,017	17
80,00	80,000	80,01	80,02	80,03	80,020	20
100,00	100,000	100,02	100,01	100,02	100,017	17
150,00	150,000	150,01	150,02	150,02	150,017	17
200,00	200,000	200,03	200,02	200,01	200,020	21

ERROR CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL

Valor Nominal (mm)	Error (E) (μm)
200,00	20

ERROR DE REPETIBILIDAD

Valor Nominal (mm)	Error (R) (μm)
200,00	20


ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error (S_{E-I}) (μm)
10,00	-3

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD

Valor Nominal (mm)	Error (S_{E-P}) (μm)
10,00	3




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



ERROR DE CONTACTO LINEAL

Valor Nominal (mm)	Error (L) (µm)
10,00	10

ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA

Valor Nominal (mm)	Error (J) (µm)
10,00	10

ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN DE INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error (K) (µm)
5,00	0



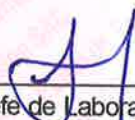
INCERTIDUMBRE DEL PIE DE REY

$$U (k=2) = (1\,154,81^2 + 0,03^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$$

Incertidumbre para L = 200 mm	1 155 µm
-------------------------------	----------

Fin del documento




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-378-2021

Página: 1 de 3

Expediente	: 093-2021
Fecha de Emisión	: 2021-07-12
1. Solicitante	: GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección	: JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
2. Instrumento de Medición	: BALANZA
Marca	: OHAUS
Modelo	: CL501T
Número de Serie	: 7131121053
Alcance de Indicación	: 500 g
División de Escala de Verificación (e)	: 0,1 g
División de Escala Real (d)	: 0,1 g
Procedencia	: NO INDICA
Identificación	: NO INDICA
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LABORATORIO
Fecha de Calibración	: 2021-07-08

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración


La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,7	18,9
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 500,0 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 499,6 g para una carga de 500,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	18,9					
Carga L1=	250,0 g					
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Carga L2=	500,0 g	
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,06	-0,01
2	250,1	0,07	0,08	500,1	0,07	0,08
3	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,06	0,09
4	250,0	0,09	-0,04	500,1	0,09	0,06
5	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,08	-0,03
6	250,1	0,06	0,09	500,0	0,07	-0,02
7	250,1	0,08	0,07	500,0	0,06	-0,01
8	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,08	-0,03
9	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,09	-0,04
10	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,07	0,08
Diferencia Máxima			0,13			0,13
Error máximo permitido	± 0,1 g			± 0,2 g		




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

