

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Gladibeth Camacho Diaz

ASESOR

Victor Manuel Tepe Atoche

<https://orcid.org/0000-0002-1546-6212>

Chiclayo, 2024

**Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de
albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa
paradisíaca y mucílago de café**

PRESENTADA POR

Gladibeth Camacho Diaz

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

José Alberto Acero Martínez
PRESIDENTE

Juan Jacobo Sánchez Bautista
SECRETARIO

Victor Manuel Tepe Atoche
VOCAL

Dedicatoria

A mi familia por ser mi mayor motivación y fuente de apoyo en cada paso que doy. César Augusto, mi padre, por ser sinónimo de fortaleza en todo momento, a mi mamá, Elisa Marleny por su dedicación, amor y comprensión, mis hermanos: William, ejemplo de resiliencia y voluntad y Leydi, por su generosidad y empatía. Gracias por sus consejos y siempre creer en mí.

Agradecimientos

A Dios, por hacer posible que se concrete cada meta propuesta, a mis padres, César Augusto Camacho Aguirre y Elisa Marleny Diaz Diaz, por el apoyo incondicional y guiarme por el camino del bien, a mis hermanos William Camacho Diaz y Leydi Camacho Diaz, por acompañarme y hacer más divertido este camino llamado vida, a mis amigos por su ayuda desinteresada, al Ing. Victor Manuel Tepe Atoche por su asesoramiento durante el proceso, a PRONABEC y cada una de las personas que aportaron para que este proyecto se lleve a cabo.

INFORME DE TESIS II UV

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	4%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1%
9	Othmane Nouredine, Imad Manssouri, Khalid Cherkaoui, Hassane Sahbi, Houssame	<1%

Índice

Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
Marco Teórico	17
Metodología	25
Resultados	57
Discusión.....	82
Conclusiones	85
Recomendaciones.....	87
Anexos.....	92

Lista de tablas

Tabla 1	Cuantificación de muestras para el ensayo de resistencia a compresión	26
Tabla 2	Cuantificación de muestras para ensayo de resistencia a tracción	27
Tabla 3	Cuantificación de muestras para ensayo de absorción	27
Tabla 4	Cuantificación de muestras para ensayo de resistencia a compresión en muretes (pilas).....	27
Tabla 5	Cuantificación de muestras para ensayo de resistencia a tracción en muretes	28
Tabla 6	Cuantificación de muestras para ensayo de inundación simulada	28
Tabla 7	Número total de muestras.....	28
Tabla 8	Operalización de variables	29
Tabla 9	Dosificación de adobe convencional*	44
Tabla 10	Dosificación de adobe reforzado con 0.5MP+25MC*	44
Tabla 11	Dosificación de adobe reforzado con 3.5MP+25MC*.....	45
Tabla 12	Dosificación de adobe reforzado con 7MP+25MC*	45
Tabla 13	Prueba de color.....	57
Tabla 14	Prueba de solidez.....	57
Tabla 15	Tabla de resultado de la cinta de barro.....	57
Tabla 16	Ensayo de la resistencia seca.....	58
Tabla 17	Contenido de humedad.....	58
Tabla 18	Datos de muestra para granulometría.....	58
Tabla 19	Resultados granulométricos del suelo	59
Tabla 20	Cálculo de los límites de Atterberg.....	60
Tabla 21	Consistencia física de la muestra	60
Tabla 22	Clasificación del suelo	61
Tabla 23	Resultados de ensayo a compresión en TR	61
Tabla 24	Resistencia a la compresión en TR + 0.5MP + 25MC.....	62

Tabla 25 Resistencia a la compresión en TR + 3.5MP + 25MC.....	63
Tabla 26 Resistencia a la compresión en TR + 7MP + 25MC.....	63
Tabla 27 Ensayo de resistencia a tracción TR.....	65
Tabla 28 Resistencia a la tracción de TR + 0.5MP + 25MC.....	65
Tabla 29 Resistencia a la tracción de TR + 3.5MP + 25MC.....	66
Tabla 30 Resistencia a la tracción de TR + 7MP + 25MC.....	67
Tabla 31 Resistencia a la absorción en TR	68
Tabla 32 Resistencia a la absorción en TR + 0.5MP + 25MC.....	69
Tabla 33 Resistencia a la absorción en TR + 3.5MP + 25MC.....	69
Tabla 34 Resistencia a la absorción en TR + 7MP + 25MC.....	70
Tabla 35 Variación dimensional en TR.....	71
Tabla 36 Variación dimensional en TR + 0.5MP + 25MC	72
Tabla 37 Variación dimensional en TR + 3.5MP + 25MC	72
Tabla 38 Variación dimensional en TR + 7MP + 25MC	72
Tabla 39 Variación dimensional en TR.....	74
Tabla 40 Variación dimensional en TR + 0.5MP + 25MC	74
Tabla 41 Variación dimensional en TR + 3.5MP + 25MC	74
Tabla 42 Variación dimensional en TR + 7 MP + 25MC	75
Tabla 43 Resultados de muestra patrón en prueba de compresión en muretes (pilas).....	76
Tabla 44 Resultados de muestra con adición de 0.5MP+25MC en prueba de compresión en muretes (pilas).....	76
Tabla 45 Resultados de muestra TR en prueba de tracción en murete (7 días)	77
Tabla 46 Resultados de muestra con adición de 0.5MP+ 25MC en prueba de tracción en muretes (7 días)	77
Tabla 47 Resultados de muestra TR en prueba de tracción en murete (28 días)	78
Tabla 48 Resultados de muestra TR en prueba de tracción en murete (28 días)	78
Tabla 49 Resultados de medición de capilaridad en muro patrón en el ensayo de inundación simulada	79

Tabla 50 Resultados de medición de capilaridad en muro experimental en el ensayo de inundación simulada.....	80
Tabla 51 APU de unidad de tierra convencional.....	80
Tabla 52 APU de unidad de tierra con adición de MP y MC.....	81
Tabla 53 APU por m2 de muro con unidades de tierra convencionales	81
Tabla 54 APU por m2 de muro con unidades de tierra con adición de MP y MC.....	81

Lista de figuras

Ilustración 1 Partes de la planta de Musa Paradisiaca.....	22
Ilustración 2 Partes del fruto de café.....	23
Ilustración 3 Ubicación de la fabricación de unidades de tierra reforzada	31
Ilustración 4 Fincas de platanal	31
Ilustración 5 Pseudotallo de Musa paradisíaca	32
Ilustración 6 Seccionamiento del Pseudotallo de Musa paradisíaca	32
Ilustración 7 Pseudotallo en secciones	32
Ilustración 8 Capa del pseudotallo.	33
Ilustración 9 Secado de las capas separadas.....	33
Ilustración 10 Picadora de pasto.....	33
Ilustración 11 Fibras de Musa paradisíaca	34
Ilustración 12 Medición de una fibra	34
Ilustración 13 Agricultor cosechando café.....	34
Ilustración 14 Almacenamiento de los frutos del café	35
Ilustración 15 Mucílago de café	35
Ilustración 16 Muestra de suelo seco	36
Ilustración 17 Tesista realizando prueba de la botella	36
Ilustración 18 Tesista realizando prueba de la botella	36
Ilustración 19 Prueba de la botella reposado.....	37

Ilustración 20 Bolita para prueba de solidez	37
Ilustración 21 Prueba de cinta de barro	37
Ilustración 22 Prueba de cinta de barro	38
Ilustración 23 Prueba de resistencia seca	38
Ilustración 24 Pesado de muestra para ensayo de humedad.....	38
Ilustración 25 Muestra en el horno.....	39
Ilustración 26 Peso de la muestra seca	39
Ilustración 27 Lavado de muestra por la malla N°200.....	39
Ilustración 28 Peso de la muestra seca más tara.....	40
Ilustración 29 Tesista realizando ensayo de granulometría	40
Ilustración 30 Pesos del ensayo granulométrico	40
Ilustración 31 Muestra tamizada por la malla N°40.....	41
Ilustración 32 Tesista realizando ensayo de LL y LP	41
Ilustración 33Muestras de los ensayos de Limites de Atterberg	41
Ilustración 34Peso de la fiola vacía.....	42
Ilustración 35Peso de la fiola con agua destilada.....	42
Ilustración 36 Pesaje de la muestra	43
Ilustración 37Tesista agitando la fiola	43
Ilustración 38Peso de la fiola con la muestra	43
Ilustración 39 Unidades de tierra para la prueba.....	44
Ilustración 40 Tierra picada.....	45
Ilustración 41 Adición de mucílago de café.....	46
Ilustración 42 Adición de fibra de Musa paradisíaca	46
Ilustración 43Muestras con diferentes % de adiciones	46
Ilustración 44 Tesista operando la máquina compresora	47
Ilustración 45Muestra ensayada a compresión.....	47
Ilustración 46 Muestra ensayada a tracción	48

Ilustración 47 Muestra que ha fallado por tracción.....	48
Ilustración 48 Ensayo de variación dimensional.....	48
Ilustración 49 Peso de la muestra seca	49
Ilustración 50 Unidad de tierra reforzada sumergida	49
Ilustración 51 Peso de la muestra saturada.....	49
Ilustración 52 Muestras de pilas para ensayo de compresión	50
Ilustración 53 Ensayo de compresión en muretes (pilas).....	50
Ilustración 54 Tesista ubicando correctamente la muestra en la maquina compresora	51
Ilustración 55 Muestras con dimensiones de 24cm x 12cm x 8cm.....	51
Ilustración 56 Muretes para ensayo de tracción indirecta	51
Ilustración 57 Murete ensayado a tracción indirecta.....	52
Ilustración 58 Poza para prueba de inundación simulada	52
Ilustración 59 Construcción de muros para prueba de inundación simulada.....	53
Ilustración 60 Muro expuesto a la inundación simulada.....	53
Ilustración 61 Toma de medidas de capilaridad.....	53
Ilustración 62 Colapso del muro patrón Ilustración 63 Colapso del muro con adición	54
Ilustración 64 Muros después del colapso.....	54
Ilustración 65 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de unidades de albañilería de tierra	56
Ilustración 66 Curva Granulométrica.....	59
Ilustración 67 Curva de Fluidez	60
Ilustración 68 Resistencia a la compresión en TR	62
Ilustración 69 Resistencia a la compresión TR + 0.5MP+25MC.....	62
Ilustración 70 Resistencia a la compresión de TR+3.5MP+25MC.....	63
Ilustración 71 Resistencia a la compresión de TR+7MP+25MC.....	64
Ilustración 72 Resumen del ensayo de compresión	64
Ilustración 73 Resistencia a la tracción de TR	65

Ilustración 74 Tabla 22 Resistencia a la tracción de TR + 0.5MP + 25MC	66
Ilustración 75 Resistencia a la tracción de TR + 3.5MP + 25MC.....	66
Ilustración 76 Resistencia a la tracción de TR + 7MP + 25MC.....	67
Ilustración 77 Resumen de ensayo de resistencia a la tracción.....	67
Ilustración 78 Resistencia a la absorción de TR + 0.5MP + 25MC	68
Ilustración 79 Resistencia a la absorción en TR + 0.5MP + 25MC.....	69
Ilustración 80 Resistencia a la absorción en TR + 3.5MP + 25MC	70
Ilustración 81 Resistencia a la absorción en TR + 7MP + 25MC	70
Ilustración 82 Resumen del ensayo de absorción.....	71
Ilustración 83 Variación dimensional con respecto al largo	73
Ilustración 84 Variación dimensional con respecto al ancho	73
Ilustración 85 Variación dimensional con respecto a la altura.....	73
Ilustración 86 Variación dimensional con respecto al diámetro	75
Ilustración 87 Variación dimensional con respecto a la altura.....	75
Ilustración 88 Resumen del ensayo de compresión en muretes (pilas).....	77
Ilustración 89 Resultados del ensayo de tracción en murete (7 días).....	78
Ilustración 90 Resultados del ensayo de tracción en murete (28 días).....	79
Ilustración 91 Carta de aceptación de requerimiento de Mucílago de café	92
Ilustración 92 Planta de Musa paradisiaca	93
Ilustración 93 Fincas de cultivo de plátano	93
Ilustración 94 Corte del Pseudotallo posterior a la cosecha.....	93
Ilustración 95 Finca del cultivo de café	94
Ilustración 96 Fruto maduro del café	94

Resumen

Este estudio tiene como objetivo evaluar cual es el comportamiento físico mecánico en unidades de tierra reforzadas con residuos naturales como las fibras de pseudotallo de Musa Paradisiaca con valores de 0.5%, 3.5% y 7% en relación con el peso de cada unidad y mucílago de café al 25% en sustitución del agua. Dándole así una nueva oportunidad de aprovechamiento a los residuos mencionados.

Los resultados indican un significativo aumento en la resistencia a la compresión y tracción mejorando hasta un 237% y 135% en unidades respectivamente, y 27.98% y 9% en muretes, en el ensayo de absorción se verificó que las muestras reforzadas absorben agua presentando menos desintegración que las muestras patrón. Se determinó que el porcentaje óptimo de adición es de 0.5% de fibra y 25% de mucilago para evaluar los ensayos de resistencia en muretes a compresión, tracción diagonal e inundación simulada.

Se ha concluido que la incorporación de residuos naturales, como fibra de pseudotallo de Musa Paradisiaca y mucílago de café, en unidades de adobe permite mejorar sus propiedades mecánicas con un ligero incremento económico. Además, el uso de fibras y mucílagos en la construcción contribuye a reducir el impacto ambiental, lo que la convierte en una opción viable para abordar los problemas habitacionales en zonas con recursos limitados.

Palabras clave:

Unidades de tierra, fibra de Musa paradisiaca, mucílago de café, compresión, tracción.

Abstract

This study aims to evaluate the physical-mechanical behavior in soil units reinforced with natural waste such as *Musa Paradisiaca* Pseudostem fibers with values of 0.5%, 3.5%, and 7% in relation to the weight of each unit and mucilage of 25% coffee as a replacement of water.

Thus, giving a new opportunity to use the waste as mentioned above.

The results indicate a significant increase in compressive and tensile strength, improving up to 237% and 135% in units respectively, and 27.98% and 9% in walls. In the absorption test, it was verified that the reinforced samples absorb water, presenting less disintegration. than the standard samples. It was determined that the optimal addition percentage is 0.5% fiber and 25% mucilage to evaluate the resistance of walls in compression, diagonal traction, and simulated flooding.

It has been concluded that incorporating natural waste, such as *Musa Paradisiaca* pseudostem fiber and coffee mucilage, in adobe units allows their mechanical properties to be improved with a slight economic increase. Additionally, using fibers and mucilage in construction contributes to reducing environmental impact, making this a viable option to address housing problems in areas with limited resources.

Keywords:

Earth units, *Musa paradisiaca* fiber, coffee mucilage, compression, traction.

INTRODUCCIÓN

La construcción con adobe data de hace más de 10 mil años, se podría decir que es uno de los materiales usados en la construcción más antiguo, donde se construyeron viviendas, tumbas, edificaciones, el caso de uno de los arquitectos egipcios Hassan Fathy el cual fue uno de los primeros en emplear este material en la construcción [1].

En el Perú también se usó adobes en la construcción, como tenemos la ciudad más antigua en América, Caral, además las ruinas de Chan Chan, las Huacas del sol y de la luna, entre otras; se puede decir que sigue siendo uno de los materiales de construcción más importantes hasta la actualidad por sus propiedades térmicas, económicas y accesibles para las familias más vulnerables.

En la región Lambayeque también se ha visto presente la utilización de adobes, así como es la Huaca Rajada, conocida pirámide construida a base de este material donde albergaba a la tumba del Señor de Sipán [2]. Pero en esta cultura no solo se elaboraron tumbas fúnebres, sino también viviendas a base de muros de adobe donde habitaba su población. En la actualidad estas construcciones se encuentran deterioradas a consecuencia del Fenómeno de El Niño que ataca bruscamente las zonas costeras del Perú [3].

Según la estadística del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) nos muestra que hasta el año 2019 las construcciones de adobe en viviendas particulares solo eran del 31.4%, es decir 3 de cada 10 viviendas que se construyen en nuestro país son de este adobe. Si bien, esto parece poco debemos enfocarnos que este tipo de construcciones teniendo el adobe como material predominante son más frecuentes en la zona rural pues el INEI nos señala que el 71.8% de las viviendas construidas son de adobe, mientras que en la zona urbana del total de viviendas solo el 19.4% son construidas con este material [4].

En el centro poblado de Motupillo, ubicado en el distrito de Pítipo se pudo determinar una problemática, después de la entrevista a los pobladores de mencionado lugar, estos dan a conocer que la mayor parte de sus viviendas son hechas de adobe, en las cuales existen muchas deficiencias en su elaboración, por consecuencia estos se quiebran, y presentan fallas, además de ser más vulnerables a desastres naturales como terremotos, lluvias fuertes y posteriores inundaciones, Así mismo, los maestros de construcción no realizan un estudio previo del suelo usado en la fabricación de adobes, por lo que ellos laboran de manera empírica, causando pérdidas económicas, de tiempo y de materia prima.

También se dio a conocer que muchas de las viviendas en las épocas de verano, específicamente en los meses de diciembre a marzo, que son las épocas de lluvia, se presenta

agrietamiento de los muros pudiendo causar un daño estructural severo y en gran parte derrumbamiento de paredes o colapso total poniendo en peligro la salud y vida de los pobladores de este lugar.

Entonces cuando hablamos de la construcción con tierra o adobe tradicional, elaborado con tierra, agua y pajilla, se nos viene a la mente un material frágil ante desastres naturales como terremotos, inundaciones, lluvias, entre otros. Sin embargo, D. Jiménez, describe que el adobe o tierra reforzada es un material muy resistente, económico y versátil para su uso, además de presentar propiedades térmicas ideal para los climas fríos y con porcentajes de humedad alta, siempre y cuando se sepa emplear los materiales correctos [5].

Por éstas razones en la presente investigación se plantea la siguiente problemática: ¿De qué manera mejorarán las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de musa paradisiaca y mucílago de café en el Centro Poblado Motupillo?, formulando la hipótesis con la pretensión de mejorar las propiedades de las unidades de albañilería de tierra adicionando las fibras de pseudotallo de Musa Paradisiaca y mucílago de café, con la finalidad que las personas de escasos recursos tengan el acceso a mejores viviendas, resistentes a los agentes externos y a la variedad de climas que tiene el Perú.

En el censo del año 2017 el INEI dio a conocer que del total de viviendas construidas en el Perú un promedio de 4 millones 298 mil 274 tienen como componente predominante el adobe, siendo el 27.9% representando una cifra considerable [4].

A raíz de estos datos es necesario que se logre edificar viviendas con materiales de construcción aptos para soportar fuertes sismos y las mismas condiciones climáticas del Centro Poblado Motupillo y de cada lugar donde se utilice un adobe reforzado con fibras de Musa paradisiaca y Mucílago de café, aquí es donde viene a tallar la importancia de mejorar las propiedades de las unidades de tierra con la finalidad que la población pueda vivir segura y sin riesgos posteriores.

Como justificación técnica tenemos que la construcción con adobes es más factible por el fácil acceso a la materia prima, la tierra, con este trabajo investigativo se pretende mejorar las características físicas y mecánicas de los adobes reforzados utilizando productos (fibras de musa paradisiaca y mucilago de café) que no son valorados para ningún fin, con el propósito de tener construcciones seguras y que cumplan con la normativa vigente E 0-80. Además, esta tesis puede ser tomada como referencia para futuras investigaciones.

La importancia de esta investigación es mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en viviendas construidas a base de unidades de albañilería de tierra reforzada que se encuentran en zonas de constantes lluvias, climas fríos, expuestas a situaciones como el fenómeno del niño, etc., brindando viviendas más seguras y por ende mejor salud e integridad de la población, porque toda persona tiene derecho a vivir en un lugar digno. Además, el pseudotallo de musa paradisiaca y el mucílago de café no tienen ningún uso por parte de la población, debido a que estos solo son considerados un residuo o basura tras la cosecha de los productos de plátano y café, entonces, al utilizar estos residuos en la construcción traería consigo no solo el mejoramiento de las unidades de albañilería de tierra sino también la reducción de costos en la producción de las mismas.

Para que sea posible llevar a cabo esta investigación se planteó el objetivo general:
Evaluar la influencia de la adición de fibras de musa paradisiaca en los porcentajes al 0.5%, 3.5% y 7% y mucílago de café al 25% en unidades de albañilería de tierra reforzada.

Y los siguientes objetivos específicos:

Identificar las características de la fibra de musa paradisiaca y el mucílago de café que se adicionará en la realización de las muestras.

Describir el proceso de selección de las fibras de musa paradisiaca y la extracción del mucílago de café.

Determinar el diseño de mezcla para las muestras patrón y las adicionadas con fibras y mucílago en los porcentajes propuestos.

Caracterizar física y mecánicamente las unidades de albañilería de acuerdo a la normativa vigente.

Comparar la muestra patrón con las muestras adicionadas con fibras de pseudotallo de musa paradisiaca al 0.5%, 3.5% y 7% en relación al peso y el mucílago de café al 25% en sustitución del agua en unidades de albañilería de tierra reforzada.

Comparar los resultados obtenidos con los parámetros establecidos en la Norma E. 0 80.

Determinar y comparar el costo de producción de la unidad de albañilería reforzada con fibras de musa paradisiaca y mucílago de café con la unidad de albañilería de tierra convencional.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Internacionales:

Hernández [6], en su proyecto de grado, en México, el autor presenta un proyecto ingenieril arquitectónico donde realizó la investigación y las pruebas de un bloque de adobe para comprobar si este es apto para la construcción, además si mejora la capacidad de durabilidad, propiedades mecánicas y también la resistencia compresiva. Se utilizó la fibra de platanal en una proporción del 10% con relación al volumen de la muestra, dando resultados positivos a comparación con la muestra de adobe convencional, mejoró la resistencia a la compresión obteniendo 14.44 kg/cm², se demostró que el nuevo adobe tiene un costo menor de \$1.47 pesos mexicanos, además de alargar la vida útil de la construcción en 17.8 años.

Rodríguez [7], en Colombia, elaboró un artículo utilizando la melaza de caña de azúcar y yeso en la estabilización de adobes y evaluó sus efectos con respecto a la resistencia a la compresión. Para ello, empleó proporciones de 5%, 10% y 15% tanto de melaza de caña de azúcar como de yeso y 5%, 10% y 15% entre la combinación de ambos estabilizantes, teniendo como resultado que los productos individualmente no pasaron la muestra de control, cabe resaltar que el autor menciona que la distribución de la granulometría no fue óptima, a pesar de esto, la muestra que contenía ambos estabilizantes en proporciones de 2.5% cada uno, tuvo la mejor resistencia (2.15 Mpa) equivalente a 21.9 kg/cm², al aumentar las proporciones de estabilizantes disminuyeron las resistencias.

Según A. Eslami, H. Mohammadi y H. Mirabi [8], en su artículo presentado en Irán, evaluaron cómo se comportan los adobes fortalecidos con fibras naturales de palma en diferentes porcentajes (0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1%) en respecto al peso de adobe, dando resultados favorables en cuanto a los ensayos que se llevaron a cabo. En la resistencia a la compresión se alcanzó 4.88 MPa para la adición de 0.25%, en el ensayo a la tracción la mejora más alta fue de 104%, correspondiente al 1% de adición, en comparación con la muestra sin adición de fibra, en la prueba de ductilidad la muestra con adición de 0.5% logró los mejores resultados y en la resistencia al agua, la erosión del agua se ha reducido significativamente mediante la adición de fibras de palma y que al adicionar más del 0.75% también reduce la pérdida de mezcla de los adobes. Igualmente, los autores mencionan que la adición de fibras de palma corrige el agrietamiento y se llegó a la conclusión que el porcentaje ideal de esta fibra es de 0.25%.

Nacionales

Fernández y Flores [8], en su tesis de pregrado evaluaron la influencia de la adición de fibras de la hoja de piña y el pseudotallo de plátano en las propiedades físico-mecánicas en muros hechos a base de adobe, se realizaron 378 muestras de las cuales 176 fueron ensayadas usando dosificaciones de 1%, 1.5%, 2%, 2.5% y 3% en cada uno de los tipos de adiciones, teniendo como resultado que el mejor porcentaje de adición es de 1% en comparación con los otros porcentajes, con respecto a la absorción el mejor porcentaje fue el de 3%; en el ensayo de resistencia a la compresión las muestras con el 1% de adición sobrepasaron el requerimiento mínimo de la norma E 0-80, en pilas de adobes esta resistencia mejoró, con pseudotallo se consiguió un esfuerzo admisible máximo de 7.10 kg/cm² y con piña 6.90 kg/cm², de esta manera se comprueba que mejora las características mecánicas en muros.

Benites [9], en su tesis de grado de ingeniero civil, utiliza extracto de cabuya para estabilizar adobes y demostrar influencia en sus propiedades mecánicas y resistencia al agua, poniendo a ensayar las muestras a través de la resistencia a la compresión y tracción, así como a la prueba de Chorro de agua y de Inmersión. Después de realizar la comparación entre la muestra sin adición y las estabilizadas con extracto de cabuya, se concluyó que el nuevo adobe mejoró sus propiedades ante el contacto con el agua, ya que, un polímero aglutinante reduce el efecto del daño causado por el agua a casi cero cuando se realizó el ensayo de inmersión y chorro de agua en el adobe. También tiene cierta influencia en sus propiedades mecánicas, ya que para determinadas pruebas se puede notar un incremento en la resistencia a la compresión llegando a un 9,6%; deformabilidad y adhesión mejoradas, con un módulo de fractura de hasta 133,7 %.

L. Nieto y E. Tello [10], en su estudio para obtener el grado de Ingeniero Civil, elaboraron 200 adobes estabilizados con penca de tuna en los porcentajes de 20.5%, 18%, 13%, 11.3% y 8.5% con diferentes dimensiones para los ensayos, para los de resistencia a compresión se utilizaron adobes de 20 cm x 20 cm x 13 cm, mientras que para los de resistencia a la flexión, prueba de inmersión, absorción, y prueba de chorro de agua, adobes de 20 x 40 x 13 cm. Obteniendo como resultados lo siguiente: La dosificación con mayor mucílago alcanzaron los mejores resultados en compresión D=18% con 25.20 kg/cm². Por otro lado, en el ensayo a flexión el más resistente fue la D= 8.5% con 17.59 kg/cm², mientras que en el ensayo de

absorción se concluyó que a mayor % de mucílago mayor permeabilidad presenta el adobe. Finalmente, los porcentajes de 18% y 20.5% incrementan las resistencias físicas y mecánicas.

Cansino y Olano [11], en su tesis de pregrado, realizaron la evaluación de la resistencia a la compresión en adobes tras incorporar mucílago de café, para esta investigación se realizaron 4 diseños de mezcla de adobes, siendo el primero la muestra patrón y los 3 restantes con la adición de mucílago de café en los porcentajes de 12%, 16% y 20% en sustitución del agua, obteniendo resultados positivos en cuanto a este ensayo, dando como resultados 20.01kg/cm², 23.01kg/cm² y 27.97kg/cm² respectivamente, además de ser aptos para la construcción superando los estándares dados por la norma E.0-80, sin embargo, según el estudio económico resultó ser un poco más costoso que un adobe convencional.

Locales

M. Valera [12], en su informe de investigación, agregó fibras de virutas de tornillo y eucalipto logró exponer que la adición de viruta de tornillo al 3 % aumentó la resistencia a la compresión hasta en un 36,1% sobre el adobe patrón y la adición de las virutas de eucalipto al 2 % mejoró un 63,7% frente al adobe tradicional. Los resultados de absorción de la unidad con virutas de eucalipto y tornillo fueron superiores a los de la unidad sin la adición, lo que demuestra que estos aditivos son favorables para aumentar la resistencia a la compresión, dando datos de absorción muy altos, lo que reduce la resistencia al agua.

Bases teóricas

Unidad de albañilería

Se define como tal a bloques y ladrillos elaborados de arcilla.

Adobe convencional

Según la norma E 0.80 el adobe es una unidad de tierra sin cocer, que se le puede adicionar paja u arena para mejorar sus propiedades de durabilidad y resistencia. Esta norma plantea requerimientos que deben cumplir los componentes de un adobe, como es la arcilla, agua, arena y paja [13].

El manual de construcción recomienda que el suelo para la construcción de un adobe debe cumplir una granulometría aproximada conteniendo los siguientes porcentajes: limo 15% a 25%, arcilla 10% a 20% y arena 55% a 70%, en cuanto a la forma, pueden ser cuadrados o rectangulares, en este último sugiere que el largo debería ser el doble de su ancho, también recomienda que los adobes deben tener las dimensiones de 40 cm x 40 cm x 8cm y la relación largo/alto debe ser de 4 a 1 [14].

Materiales que componen la unidad:

- **Arcilla**

La arcilla es un material imprescindible del suelo, sus partículas son menores a 2 micras, en unión con el agua tiene la facilidad de amasado, tiene comportamiento plástico y ligante que puede unificar a partículas presentes en el suelo, así forma barro que después del proceso de secado se convierte en material de construcción [13].

- **Arena**

Este es una materia inerte, al tener interacción con el agua es estable y no presenta propiedades cohesivas, suelen ser de dos tipos:

Arena fina: Roca en tamaños muy pequeños de 0.08 mm a 0.5 mm.

Arena gruesa: Roca en tamaños entre 0.6 mm y 4.75 mm, en combinación con la arcilla menora la cantidad y el tamaño de las fisuras, lo que se interpreta que le aporta resistencia según ensayos de laboratorio [13].

- **Agua**

Es un líquido necesario para la construcción, para que sea apto debe estar limpio libre de cualquier tipo de partículas o soluciones de cloruro y sulfatos. De la cantidad y calidad del agua depende que tan buenos sean los resultados de los ensayos de compresión y durabilidad, pues afecta directamente en el comportamiento del barro para la producción de los adobes. Se recomienda usar este componente entre el 8% y 16% del total de la mezcla [1].

Adobe estabilizado

La norma E. 080 lo define como aquel adobe que se le ha añadido otros materiales con la finalidad de optimizar características tanto en resistencia como en estabilidad cuando hay presencia de humedad. Al añadirse un estabilizante la dosificación de materiales cambia con respecto a un adobe común [13]. Así como V. Benites dice que la estabilización del suelo se describe como el mejoramiento del sustrato de un material al aumentar su resistencia y capacidad de carga, al tiempo que reduce su sensibilidad al agua y los cambios de volumen durante los ciclos de humectación y secado.

En la antigüedad los hombres adicionaban una variedad de compuestos de origen petrográfico e incluso orgánico, conocidos como agentes antiplásticos o desengrasantes. Con estos productos, ajusta, controla y estabiliza las diversas propiedades inherentes de los materiales. Un ejemplo de esta modificación es la incorporación de materiales orgánicos como

pastos, algas, sebo, etc., a la mezcla de tierra, lo que ha permitido una total adherencia, que resiste a la intemperie alta, evitando que los bloques se solidifiquen y haya tendencia al agrietamiento. [9]

Materiales estabilizantes

En la actualidad hay muchos materiales que se pueden utilizar como estabilizantes con el propósito de mejorar distintas propiedades de las unidades de albañilería de tierra, ya sean naturales o artificiales, la selección del estabilizador más adecuado depende de la persona que construye, su disponibilidad en la región, así como de la aplicación y características a mejorar con el estabilizador.

Fibras

Las fibras naturales y artificiales crean una estructura interna que mejora la distribución de tensiones del suelo, aumenta la resistencia a la flexión y al corte, mejora la resistencia a la compresión y reduce el agrietamiento por contracción por secado debido a los cambios de temperatura, humedad y temperatura al trazar un sistema de pequeñas grietas. La cantidad de paja debe ser la mayor posible siempre que el mortero se pueda mezclar bien. [Amorós, 2011; Vargas et al., 1986; Yetgin et al., 2006; Guerrero 2007; Benites 2017]

Diversos autores han llevado a cabo estudios que demuestran que la incorporación de fibras puede disminuir la retracción de los adobes, mejorar la resistencia al corte al incrementar las fuerzas de adherencia entre las partículas del suelo, aumentar la resistencia a las fuerzas de compresión y corte, y, en general, hacer que la fractura sea más dúctil y de mejor calidad. Para lograr la resistencia a la flexión, las fibras interactúan y se entrelazan en una estructura que mantiene unida la tierra. [9]

▪ Pseudotallo de Musa Paradisiaca

El pseudotallo de la Musa Paradisiaca se compone mediante la estrecha unión y el enroscamiento de las vainas de las hojas, las cuales brindan soporte al núcleo del tallo y direccionan la flor hacia la punta. Las vainas son de forma redonda y al principio envuelven completamente el tallo aéreo. Sin embargo, a medida que las hojas nuevas crecen dentro del pseudotallo, los bordes de las vainas quedan desplazados. [15].

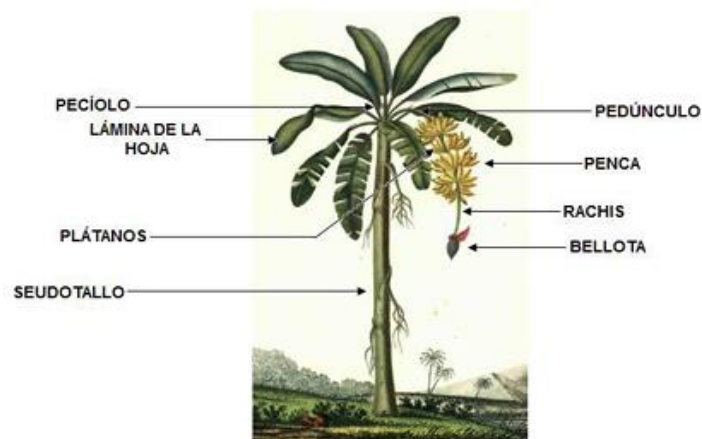


Ilustración 1 Partes de la planta de Musa Paradisiaca

Fuente: Art. Propiedades funcionales del plátano

Mucílago

Es una sustancia de origen vegetal, cuya reacción podría ser ácida o neutra y cada una tiene una función distinta según el mayor peso molecular y la planta en la que se encuentra.

La producción de mucílago ocurre en células especializadas que se encuentran comúnmente en hojas, tallos, raíces y semillas. La presencia o ausencia de mucílago, así como su función, dependen del nivel de adaptación y de la existencia de una especie en particular [16].

- **Mucílago de café**

Es un subproducto del café que se crea durante el procesamiento y, a menudo, no se manipula adecuadamente, por lo que genera contaminación del suelo y del agua cuando se desecha.

Durante el procesamiento de granos de café para la elaboración de bebidas se produce mucílago como subproducto residual, el cual se genera durante la etapa de molienda conocida como desmucilaginado, donde se separan los granos, pieles, pulpa y mucílago, representando este último aproximadamente el 14.85% del peso del fruto, contiene un 35,8% de péptidos, un 17% de celulosa más cenizas y un 45,8% de azúcar [17].

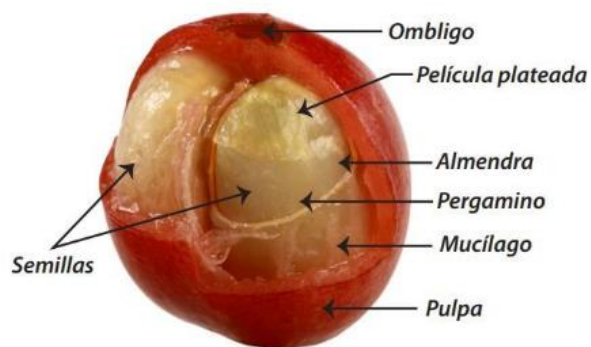


Ilustración 2 Partes del fruto de café

Fuente: Primero Café

Bases legales

Reglamento Nacional de Edificaciones

El RNE es la normativa que instituye las pautas y condiciones mínimas para el diseño, calidad y mantenimiento de construcciones y habilitaciones urbanas, que se actualizan constantemente dependiendo de la tecnología y la necesidad de los ciudadanos [18].

Norma Técnica Peruana (NTP)

Establece los requisitos de calidad al momento de realizar el procedimiento de métodos y procedimientos de un ensayo en específico [19].

Norma E 0-80 Diseño y construcción con tierra reforzada

Abarca en las propiedades mecánicas para la construcción de viviendas de tierra reforzada, su diseño sísmico y el diseño de los componentes estructurales, así como del comportamiento de los muros y la tierra aplastada o apisonada, en base la filosofía de diseño sísmico [13].

- **Prueba de cinta de barro** Este ensayo es el primero realizado para determinar si hay presencia de arcilla en la muestra. Primero, toma un poco de tierra y con la palma de tu mano, moldéala en un cilindro de 12 mm de diámetro. Luego, aplasta el cilindro hasta obtener una tira plana de 4 mm de espesor y déjala desmoronarse todo lo que sea posible. Si el largo de la cinta alcanza los 20 o 25 cm, la tierra está compuesta de abundante arcilla. Si se corta a antes de los 10 cm, la tierra contiene poca arcilla.
- **Prueba de resistencia seca:** Elaboran cuatro bolas de tierra del sitio, se le agrega agua justa para elaborar sobre las palmas de las manos cada una de las bolas de

tierra, Inmediatamente después, se deja secar por 48 horas sin estar expuesto al agua o la humedad. Transcurrido el lapso de secado, se debe aplicar una fuerte presión con el pulgar y el índice para aplastar cada bolita. Si no se rompen la tierra tiene abundante contenido de arcilla. Si en se da el caso que una bolita se rompa se realiza la misma metodología. Si es reiterativo, se descarta el yacimiento de tierra o se puede realizar un mezclado con arcilla o un suelo arcilloso.

- **Determinación de humedad:** Se crea una esfera del tamaño aproximado de un puño y se comprime. Acto seguido a una altura 1.10 m, se suelta la bola en una superficie plana. Si se llega a disgregarse en el piso, el suelo es totalmente seco. Si la bola de la tierra se despedaza en 5 partes o más, su humedad es óptimo. Si la bola se llega a aplastar sin despedazarse, su humedad es muy elevado.

- **Art 8. Esfuerzos de rotura mínimos**

Para todos los ensayos se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.

Mediante la realización de ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos se debe seguir las pautas:

Compresión:

- La resistencia se mide en cubos de 0.1 m de arista.
- La resistencia última mínima se calcula con: $f_0 = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kg/cm}^2$

Tracción:

- Se debe medir con el ensayo brasileño de tracción, en cilindros de 6" x 12" o 15.24 cm x 30.48 cm de diámetro y largo.
- La resistencia mínima es de $0.08 \text{ MPa} = 0.81 \text{ kgf/cm}^2$.
- Las muestras deben contener humedad inicial de 20-25 % para control de adobes, secado cubierto de sol y viento en un lapso de 28 días

Murete a la compresión (pilas):

- La resistencia última es de $0.6 \text{ MPa} = 6.12 \text{ kgf/cm}^2$.
- El ensayo de compresión en muretes (pilas) de adobe la altura debe ser igual a tres veces su menor dimensión de la base.

Murete a la tracción indirecta:

- La resistencia última es de $0.025 \text{ MPa} = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$.

- Las dimensiones de muretes de adobe deben ser de aproximadamente 0,65 m. x 0.65 m. x em.

Norma E 0-70 Albañilería

Se deben especificar las pautas y criterios mínimos que se deben seguir para llevar a cabo el análisis, diseño, construcción, control de calidad de los materiales e inspección de edificaciones que estén conformadas por muros confinados y reforzados [20].

Suelos:

- NTP 339.089: Cuarteo para la obtención de especímenes ejemplares.
- NTP 339.127: Contenido de Humedad de un Suelo.
- NTP 339.128: Análisis Granulométrico.
- NTP 339.129: Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos.
- NTP 339.131: Peso Específico Relativo de partículas solidad de un suelo.
- NTP 339.134: Clasificación Unitaria de suelos (SUCS).

METODOLOGÍA

Tipo y nivel de investigación

Es de nivel **experimental** pues se pretende utilizar las variables propuestas para de esa manera cumplir con los objetivos trazados.

Diseño de investigación

Tiene un diseño **cuantitativo**, pues al utilizar las variables, las fibras de pseudotallo de musa paradisiaca y el mucílago de café en las muestras adobe reforzado se evaluarán los efectos y serán emitidos en valores numéricos.

Población, muestra y muestreo

Población:

Unidades de albañilería de tierra reforzada con pajilla de arroz, fibra de Musa paradisiaca y mucílago de café realizadas en el Centro Poblado de Motupillo, eligiéndose este lugar por la alta frecuencia del uso de los adobes en la construcción.

Muestra

Para esta investigación la muestra determinada es de 438 unidades de albañilería tradicional y unidades de albañilería de tierra reforzada con fibras de pseudotallo de Musa Paradisiaca y mucílago de café.

Muestreo

Se aplicó un muestreo por conveniencia, no probabilístico, de los porcentajes de fibras de pseudotallo de Musa Paradisiaca y mucílago de café. Las especificaciones del muestreo para los ensayos realizados se rigen a la norma E. 080: Adobe, mientras que los ensayos que no están normados se realizaron por criterio para la selección del número de especímenes.

De esta manera se consideraron las siguientes muestras:

- Muestra 1: Adición de 25% de mucilago de café y 0.5% de fibra de Musa Paradisiaca.
- Muestra 2: Adición de 25% de mucilago de café y 3.5% de fibra de Musa Paradisiaca.
- Muestra 3: Adición de 25% de mucilago de café y 7% de fibra de Musa Paradisiaca.

Las muestras se detallan de acuerdo con los ensayos que se realizarán y se especifican a continuación:

Ensayo de resistencia a la compresión en bloques y variación dimensional:

Para este ensayo se realizaron 3 dosificaciones: 0.5%, 3.5% y 7% con las dimensiones de 10x10x10 cm.

Ensayo	Tipo de adición	Dosificación de muestra			
		Patrón	Experimental		
Resistencia a la compresión	Mucílago de café	0%	25%		
	Fibra de Musa Paradisiaca	0%	0.5%	3.5%	7.0%
	Cantidad	6	6	6	6
TOTAL			24		

Tabla 1 Cuantificación de muestras para el ensayo de resistencia a compresión

Fuente: Propia

Ensayo de resistencia a la tracción y variación dimensional:

Los especímenes cilíndricos se realizaron en dimensiones de 6” o 15.24 cm de diámetro x 12” o 30.48 cm de alto.

Ensayo	Tipo de adición	Dosificación de muestra			
		Patrón	Experimental		
Resistencia a la tracción	Mucílago de café	0%	25%		
	Fibra de Musa Paradisiaca	0%	0.5%	3.5%	7.0%
	Cantidad	6	6	6	6
	TOTAL	24			

Tabla 2 Cuantificación de muestras para ensayo de resistencia a tracción

Fuente: Propia

Ensayo de absorción:

Se consideraron unidades rectangulares de 40x20x10 cm.

Ensayo	Tipo de adición	Dosificación de muestra			
		Patrón	Experimental		
Absorción	Mucílago de café	0%	25%		
	Fibra de Musa Paradisiaca	0%	0.5%	3.5%	7.0%
	Cantidad	6	6	6	6
	TOTAL	24			

Tabla 3 Cuantificación de muestras para ensayo de absorción

Fuente: Propia

Después de realizar los 4 ensayos se escoge el porcentaje óptimo para elaborar los ensayos en pilas y muretes.

Ensayo de compresión en muretes:

Para este ensayo se consideraron 6 muretes patrón y 6 muretes experimentales.

Ensayo	Tipo de adición	Dosificación de la muestra	
		Patrón	Experimental
Resistencia a la compresión en muretes (pilas)	Mucílago de café	0%	25%
	Fibra de Musa Paradisiaca	0%	% óptimo
	Cantidad	30	30
	TOTAL	60	

Tabla 4 Cuantificación de muestras para ensayo de resistencia a compresión en muretes (pilas)

Fuente: Propia

Ensayo de tracción indirecta en muretes:

Se realizaron 6 muretes patrón y 6 muretes experimentales.

Ensayo	Tipo de adición	Dosificación de muestra	
		Patrón	Experimental
Resistencia a la tracción indirecta en muretes	Mucílago de café	0%	25%
	Fibra de Musa Paradisiaca	0%	% óptimo
	Cantidad	105	105
TOTAL		210	

Tabla 5 Cuantificación de muestras para ensayo de resistencia a tracción en muretes

Fuente: Propia

Ensayo de inundación simulada:

Ensayo	Tipo de adición	Dosificación de muestra	
		Patrón	Experimental
Inundación simulada	Mucílago de café	0%	25%
	Fibra de Musa Paradisiaca	0%	% óptimo
	Cantidad	48	48
TOTAL		96	

Tabla 6 Cuantificación de muestras para ensayo de inundación simulada

Fuente: Propia

Para los tres últimos ensayos: Resistencia a la compresión en muretes (pilas), resistencia a la tracción indirecta en muretes e inundación simulada se realizaron unidades rectangulares de (24x12x8) cm de medida.

ENSAYO	CANTIDAD DE MUESTRAS
Resistencia a la compresión	24
Resistencia a la tracción	24
Absorción	24
Resistencia a la compresión en muretes (pilas)	60
Resistencia a la tracción en muretes	210
Inundación simulada	96
TOTAL	438

Tabla 7 Número total de muestras

Fuente: Propia

Operalización de variables

Identificación de variables

Variables Independientes

Adiciones:

- Fibras de pseudotallo de Musa Paradisiaca
- Mucílago de café.

Variables dependientes

- Propiedades físicas de unidades de albañilería de tierra reforzada
- Propiedades mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada

OPERALIZACIÓN DE VARIABLES					
Variabes independientes	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	índice
Fibra de Musa Paradisiaca	Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de tierra reforzada	Ensayos In Situ	Prueba de color	Registro en campo	-
			Prueba de la botella	Registro en campo	-
			Prueba de solidez	Registro en campo	-
			Prueba "Cinta de barro"	Registro en campo	-
			Prueba "Resistencia seca"	Registro en campo	-
Mucílago de café	Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de tierra reforzada	Ensayos de Laboratorio	Contenido de humedad	NTP 339.127	%
			Granulometría	NTP 339.128	
			Límite líquido	NTP 339.129	%
			Límite plástico	NTP 339.129	%
			Índice de plasticidad	NTP 339.129	%
		Ensayos físico mecánicos	Absorción	NTP 339.613	gr/min
			Inundación simulada	-	cm
Ensayos físico mecánicos	Resistencia a la compresión	E. 080	kg/cm ²		
	Resistencia a la tracción	E. 080	kg/cm ²		

Tabla 8 Operalización de variables

Fuente: Propia

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación:

Se usaron los sentidos para recopilar lo necesario que necesita la investigación.

Recopilación y análisis de información:

Recopilación de información y su análisis sobre el uso de las unidades de tierra reforzada, la realidad problemática y las carencias que tienen las viviendas hechas de este material. Además, antecedentes de proyectos e investigaciones relacionadas que ayuden a lograr los objetivos propuestos.

Experimentación:

Se realizaron diversos ensayos para determinar el comportamiento de las variables presentadas.

Ensayos

Elaboración de ensayos de suelos.

Ensayos In Situ

- Prueba de color, de la botella, solidez, "Cinta de barro" y "Resistencia seca"

Ensayos de laboratorio.

- Ensayo de contenido de humedad, granulometría.
- Determinar el límite Líquido, Plástico e Índice plástico

Elaboración de ensayos a las unidades de tierra reforzada.

Ensayos Físicos

- Determinación de peso de las unidades de adobe
- Variación dimensional en las unidades de adobe
- Prueba de absorción

Ensayos mecánicos

- Resistencia a la compresión en unidades
- Tracción o compresión diagonal en unidades
- Compresión en muretes (pilas)
- Tracción indirecta en muretes
- Inundación simulada

Procedimiento:

La elaboración de las unidades de tierra reforzada se realizó en el Centro Poblado Motupillo, distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, ubicado a 58 km de la ciudad de Chiclayo, del cual se extrajo la muestra de suelo para ser clasificado después de realizarse las pruebas correspondientes.



Ilustración 3 Ubicación de la fabricación de unidades de tierra reforzada

Fuente: Google Earth Pro

- **Proceso de obtención de las fibras pseudotallo de musa paradisíaca**

Obtención del producto por conveniencia.

Visitar las fincas de platanal para retirar la materia prima, pseudotallos de musa paradisíaca, inmediatamente después de la cosecha para evitar la contaminación.



Ilustración 4 Fincas de platanal



Ilustración 5 Pseudotallo de Musa paradisiaca

Se corta el pseudotallo en secciones más pequeñas para el fácil manejo.



Ilustración 6 Seccionamiento del Pseudotallo de Musa paradisiaca



Ilustración 7 Pseudotallo en secciones

Posteriormente se separan las capas del pseudotallo.



Ilustración 8 Capa del pseudotallo.

Se realiza el proceso de secado al aire libre por aproximadamente 15 días para eliminar el exceso de humedad.



Ilustración 9 Secado de las capas separadas

Una vez seca se pasa por la picadora de pasto para tener una fibra fina y que se adhiera a la mezcla de arcilla.



Ilustración 10 Picadora de pasto

Fuente: Propia

Se obtiene la fibra color marrón con textura de tramado en dimensiones de 2 a 5 cm de longitud, así está lista para usar como reforzamiento en las unidades de albañilería.



Ilustración 11 Fibras de Musa paradisiaca



Ilustración 12 Medición de una fibra

- **Proceso de obtención de mucílago de café**

Obtención por conveniencia.

Este producto será proporcionado por los cafetaleros de la Asociación de Cafetaleros San Francisco Javier.

Se cosechan los frutos del café.



Ilustración 13 Agricultor cosechando café

Después estos pasan por una etapa de fermentación y despulpado, proceso donde se separa el grano de café como lo conocemos de su cascara, es ahí donde se produce el mucílago naturalmente.

Luego se almacena en un recipiente limpio y sellado para evitar que se contamine con otros agentes.



Ilustración 14 Almacenamiento de los frutos del café

El producto está listo para ser usado en las muestras, es acuoso, presenta un color marrón amarillento cuando recién se obtiene, pero con el paso del tiempo de almacenado se va oscureciendo, también tiene un buen aroma característico del fruto del café.



Ilustración 15 Mucílago de café

Proceso de selección del suelo

Pruebas In Situ:

Prueba de color

Con esta prueba se determina si el suelo es orgánico o inorgánico observando el color que presenta el suelo.



Ilustración 16 Muestra de suelo seco

Prueba de la botella

Se colocó tierra en una botella hasta aproximadamente la mitad, luego se agregó agua hasta llenarla.



Ilustración 17 Tesista realizando prueba de la botella

Se cierra correctamente y se agita unos segundos.



Ilustración 18 Tesista realizando prueba de la botella

Se dejó reposar por unas horas y se evaluó como fue el asentamiento del suelo.



Ilustración 19 Prueba de la botella reposado

Prueba de la solidez

Se formó una bolita de 5 cm de diámetro aprox. con el suelo humedecido y se dejó caer de una altura de 1 m aprox.



Ilustración 20 Bolita para prueba de solidez

Posteriormente se evaluó como es el rompimiento de la bolita.

Prueba de la cinta de barro

Se humedeció un poco de la muestra de suelo hasta formar un cilindro de 12 mm de diámetro aprox. Seguido, se aplanó hasta formar una cinta de barro con espesor de 4 mm aprox. se dejó descolgar y se midió.



Ilustración 21 Prueba de cinta de barro

Se debe considerar los parámetros de acuerdo con la longitud de la cinta. De 20 a 25 cm el suelo es muy arcilloso, de 10 a menos el suelo tiene poca arcilla.



Ilustración 22 Prueba de cinta de barro

Prueba de resistencia seca

Se realizaron 4 bolitas con el suelo y poca cantidad de agua, lo necesario para humedecerse y poder moldearlas.



Ilustración 23 Prueba de resistencia seca

Se dejó secar por 48 horas y se presionó con el pulgar cada una.

Pruebas de laboratorio:

Ensayo de contenido de humedad de un suelo

Se pesó y taró el recipiente que contendrá la muestra.

El suelo en condiciones naturales se pesa.



Ilustración 24 Pesado de muestra para ensayo de humedad

La muestra se colocó al horno con una temperatura constante de 110° por un periodo de 24 horas.



Ilustración 25 Muestra en el horno

Después de las 24 horas se retiró del horno, se dejó enfriar y se pesó la muestra seca para después calcular el % de humedad.



Ilustración 26 Peso de la muestra seca

Ensayo de análisis Granulométrico

Se taró el recipiente, se pesó una cantidad de muestra seca, y se realiza el lavado de los finos utilizando la malla N° 200.



Ilustración 27 Lavado de muestra por la malla N°200

Cuando el agua salía limpia se colocó lo que queda en un recipiente y se lleva al horno por 24 horas. Pasado este tiempo se dejó enfriar la muestra y luego se pesa, este es el suelo seco que pasará por los tamices de acuerdo con la norma.



Ilustración 28 Peso de la muestra seca más tara

Se realizó el tamizado de la muestra y se agita por unos minutos.



Ilustración 29 Tesista realizando ensayo de granulometría

Se pesó las muestras retenidas en cada uno de los tamices.



Ilustración 30 Pesos del ensayo granulométrico

Ensayo para determinar el Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos

Una muestra de suelo después de ser triturada se tamizó en la malla N°40. El suelo que pasa se depositó en un recipiente y se le agregó agua destilada, se mezcló hasta formar una especie de pasta.



Ilustración 31 Muestra tamizada por la malla N°40



Ilustración 32 Tesista realizando ensayo de LL y LP

En la cuchara de Casagrande se colocó la muestra y se le dio 15, 25 y 35 golpes. Con otra parte de la muestra se realizaron rollitos de 3 mm de diámetro aprox.

Se pesaron las muestras húmedas y se llevaron al horno por 24 horas.



Ilustración 33 Muestras de los ensayos de Límites de Atterberg

Luego se retiraron, se dejaron secar y se procedió a pesar las muestras secas para después calcular los Límites líquido, plástico e índice de plasticidad.

Ensayo para determinar Peso Específico Relativo de las partículas Sólidas de un Suelo

Se pesó la fiola vacía y seca, a continuación, se llenó la fiola hasta los 3/4 con agua destilada y también se registró el peso.



Ilustración 34 Peso de la fiola vacía



Ilustración 35 Peso de la fiola con agua destilada

Se retiró el agua destilada y se agregó una muestra de 50 g. de suelo que pasa por el tamiz N°10.



Ilustración 36 Pesaje de la muestra

Se agrego el agua destilada y se agitó la fiola para eliminar el aire.



Ilustración 37 Tesista agitando la fiola

Finalmente se realizó el pesado de la fiola más la muestra de suelo y el agua destilada.

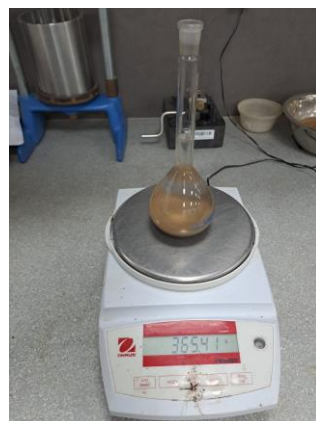


Ilustración 38 Peso de la fiola con la muestra

Elaboración de las unidades de tierra reforzada.

Se realizaron unidades de tierra reforzada de prueba para determinar un peso aproximado, así, calcular el peso de los porcentajes de las adiciones de fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café.



Ilustración 39 Unidades de tierra para la prueba

Dosificación de las unidades de tierra reforzada.

Teniendo en consideración los pesos aproximados de las unidades de tierra reforzada se realizaron las muestras para los ensayos de compresión, tracción, variación dimensional y absorción, con las dosificaciones de 0.5%, 0.5% y 7% de fibra de Musa paradisíaca con relación al peso y 25% de mucílago de café en sustitución del agua, para luego escoger el porcentaje óptimo (con mejores resultados) con el que se elaborarán las muestras para los ensayos de resistencia a la compresión en pilas, tracción diagonal e inundación simulada en muretes.

Diseño de mezcla:

*Tabla 9 Dosificación de adobe convencional**

ADOBE CONVENCIONAL	
Tierra	12 kg
Agua	3.2 L

*Tabla 10 Dosificación de adobe reforzado con 0.5MP+25MC**

ADOBE REFORZADO 0.5MP+25MC	
Tierra	11.94 kg
Agua	2.4 L
Fibra 0.5%	0.06 kg
Mucílago 25%	0.8 L

*Tabla 11 Dosificación de adobe reforzado con 3.5MP+25MC**

ADOBE REFORZADO 3.5MP+25MC	
Tierra	11.58 kg
agua	2.4 L
Fibra 3.5%	0.42 kg
Mucílago 25%	0.8 L

*Tabla 12 Dosificación de adobe reforzado con 7MP+25MC**

ADOBE REFORZADO 7MP+25MC	
Tierra	11.16 kg
agua	2.4 L
Fibra 7%	0.84 kg
Mucílago 25%	0.8 L

*' Las dosificaciones son para adobes de dimensiones 40cm *20cm *10cm

Procedimiento

Se realiza la habilitación de la tierra.



Ilustración 40 Tierra picada

Se remoja la tierra usando agua potable, libre de impurezas en un porcentaje del 16% al 20% de la mezcla. En este paso se le adiciona el mucílago de café en el 25% en relación con el total de agua.



Ilustración 41 Adición de mucílago de café

Se bate la mezcla hasta muy bien para poder agregar la fibra de Musa paradisíaca en los diferentes porcentajes 0.5%, 3.5% o 7% respecto con el peso.



Ilustración 42 Adición de fibra de Musa paradisíaca

Se sigue combinando hasta que quede una mezcla homogénea y se pueda moldear.



Ilustración 43 Muestras con diferentes % de adiciones

Ensayo de resistencia a la compresión

Se utilizaron muestras en forma de cubo de 10 cm de arista, según lo que establece la norma E.080, estas deben tener una resistencia última de 10.2 kgf.

El ensayo se realizó a los 28 días de haberse elaborado las unidades de tierra reforzada tanto patrón, como las experimentales.



Ilustración 44 Tesista operando la máquina compresora



Ilustración 45 Muestra ensayada a compresión

Ensayo de resistencia a la tracción

La norma E.080 determina las dimensiones de 6" x 12" en probetas cilíndricas para este ensayo.

Las cuales se sometieron a prueba a los 28 días de secado.



Ilustración 46 Muestra ensayada a tracción



Ilustración 47 Muestra que ha fallado por tracción

Ensayo de variación dimensional.

La normativa a la que se rigió este ensayo fue a la NTP 339.613 2017.

Las muestras del ensayo de resistencia compresiva en cubos y de tracción fueron empleadas para este ensayo.



Ilustración 48 Ensayo de variación dimensional

Ensayo de absorción.

Esta prueba se realizó basada en la adaptación de la norma E.070: Albañilería, donde las unidades de 40 x 20 x 10 cm se pesaron después de 28 días de secado y se sumergieron totalmente en agua por el tiempo de 1 min.



Ilustración 49 Peso de la muestra seca



Ilustración 50 Unidad de tierra reforzada sumergida

Posteriormente se pesó la unidad.



Ilustración 51 Peso de la muestra saturada

El % de absorción se determina de la resta del peso inicial con el peso después de sumergido, dividido por 100.

En base a los resultados de los primeros ensayos realizados el porcentaje óptimo es 0.5% de fibra de Musa paradisíaca y 25% de mucílago de café, por ello, en los ensayos de muretes se utilizó esta dosificación para ser comparada con las muestras patrón.

Ensayo de compresión en muretes (pilas)

La norma E.080: Adobe plantea la especificación que la altura debe ser 3 veces la menor dimensión de la base y la resistencia última del promedio de los mejores 4 resultados debe ser de 6.12kg/ cm².

Se realizaron las pilas con 3 unidades de tierra de dimensiones 16cm x 8cm x 8cm, después de haber secado por 28 días. Dichas pilas se sometieron a compresión.

Para este ensayo se pusieron a prueba 12 pilas, 6 con unidades de tierra convencional y 6 con adición al 0.5% de fibra de Musa paradisiaca y 25% de mucilago de café.



Ilustración 52 Muestras de pilas para ensayo de compresión



Ilustración 53 Ensayo de compresión en muretes (pilas)



Ilustración 54 Tesista ubicando correctamente la muestra en la máquina compresora

Para los siguientes ensayos se utilizaron muestras de (24x12x8) cm por su versatilidad, fácil manejo y porque se reduce el peso de los muretes, de esta manera, con menor esfuerzo se levantan los muretes para ser ensayados.



Ilustración 55 Muestras con dimensiones de 24cm x 12cm x 8cm

Ensayo de tracción indirecta en muretes

Las dimensiones del murete deben ser de (65cm x 65cm aprox.) cm según E. 080.

Se pusieron a prueba 12 muretes, 6 con unidades de tierra convencional y 6 con adición al 0.5% de fibra de Musa paradisiaca y 25% de mucilago de café.



Ilustración 56 Muretes para ensayo de tracción indirecta

Se evaluaron 2 muestras a los 7 días, una muestra patrón y una con adición de 0.5MP + 25MC,



Ilustración 57 Murete ensayado a tracción indirecta

Ensayo de Inundación Simulada

Se construyó dos pozas con las dimensiones de 1.40 m y 0.80 m. para simular una inundación a la cual se someterá al muro patrón y al muro con adición de 0.5% de fibra de Musa paradisíaca y 25% de mucílago de café.



Ilustración 58 Poza para prueba de inundación simulada

Se construyeron los muros (100 cm x 100cm aprox.) dentro de las pozas de ensayo, que por la facilidad del traslado se realizó en el mismo lugar donde se fabricaron las unidades de abobe.



Ilustración 59 Construcción de muros para prueba de inundación simulada

Posteriormente, se agregó el agua a las pozas hasta una altura de 20 cm.



Ilustración 60 Muro expuesto a la inundación simulada

Se tomó las medidas de la capilaridad del agua en el minuto 1 y luego cada 5 posteriores a la inundación.



Ilustración 61 Toma de medidas de capilaridad

Se tomó las medidas de la capilaridad hasta que cada uno de los muros colapsen.



Ilustración 62 Colapso del muro patrón



Ilustración 63 Colapso del muro con adición



Ilustración 64 Muros después del colapso

Plan del proceso para analizar los datos

Fase I: Recopilación de información

- Revisión literaria, información bibliográfica.
- Analizar antecedentes de proyectos.
- Revisión de la normativa NTP, ASTM que ayude en el desarrollo del proyecto.
- Obtención de la arcilla para la fabricación de unidades de albañilería de tierra reforzada.
- Ensayos In Situ.
- Obtención de fibras de Musa paradisíaca y el mucílago de café

Fase II: Desarrollo de la investigación

- Elaboración de ensayos de suelos en laboratorio.
- Establecer las dosificaciones de fibra de musa paradisiaca y mucílago de café.
- Elaboración de unidades de albañilería de tierra reforzada.
- Realizar los ensayos:
 - Prueba de compresión, tracción, absorción, variación dimensional, Inundación simulada, compresión en muretes (pilas) y tracción en muretes

Fase III: Análisis de los datos y resultados

- Analizar los resultados de los ensayos.
- Comparación de las muestras estabilizadas y el adobe convencional.
- Determinar el porcentaje con mejores resultados.
- Elaboración de conclusiones.
- Plasmar recomendaciones.

Fase IV: Presentación y sustentación

- Edición y presentación
- Levantar observaciones
- Sustentación final de tesis

Diagrama de flujo:

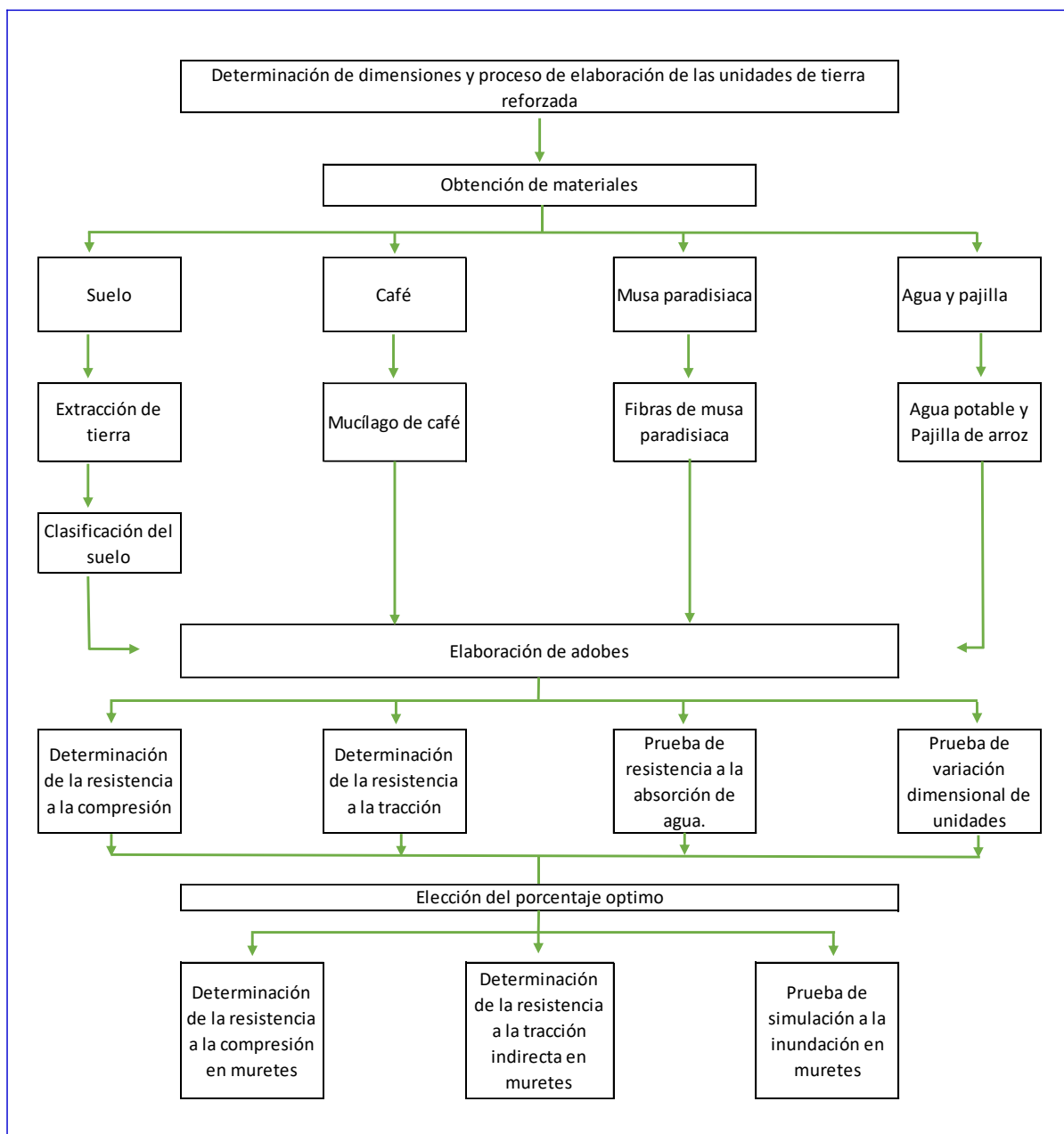


Ilustración 65 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de unidades de albañilería de tierra

Fuente: Propia

RESULTADOS

Selección y pruebas del suelo

Pruebas In situ

Prueba de color

Tabla 13 Prueba de color

Prueba de color	
	Muestra 1
Color claro, brillante: Suelo orgánico	NO
Color verde o negro: Suelo orgánico	SI

La muestra de suelo presenta un color oscuro por lo que se define como APTA.

Prueba de la botella

Según la prueba granulométrica por sedimentación se observa que la muestra de suelo presenta arcillas, arenas y limos.

Prueba de solidez

Tabla 14 Prueba de solidez

Prueba de solidez	
	Muestra 1
Se rompe en partículas grandes	SI
Se rompe en trozos grandes	NO

La muestra se rompe en partículas grandes.

Prueba "Cinta de barro"

Tabla 15 Tabla de resultado de la cinta de barro

Muestra N°	Descripción de la unidad	ROTURA (mm) (r)	CLASIFICACIÓN
01	M-1	24.30	Suelo muy arcilloso

Fuente: Propia.

La cinta de barro presenta una longitud de 24.3 cm, considerándose un suelo con alta cantidad de arcillas.

Prueba "Resistencia seca"

Tabla 16 Ensayo de la resistencia seca

Muestra Nº	Descripción de la bolita	ROTURA	CLASIFICACIÓN
01	B-1	NO	Tiene arcilla
02	B-2	NO	Tiene arcilla
03	B-3	NO	Tiene arcilla
04	B-4	NO	Tiene arcilla

Fuente: Propia.

Las bolitas ensayadas no se rompen, por lo que, se califica como un suelo apto para la elaboración de unidades de tierra reforzada.

Pruebas en Laboratorio

Ensayo de contenido de humedad.

Tabla 17 Contenido de humedad

ITEM	MUESTRA 1	CÁLCULO	PESO (g)
1	Peso de la muestra húmeda		800
2	Peso de la muestra seca		729.17
3	Peso del agua	(1)-(2)	70.83
4	Contenido de humedad	(3)/(2)*100	9.71%

Fuente: Propia.

El contenido de humedad de la muestra se obtuvo en un 9.71 %.

Ensayo de granulometría.

Tabla 18 Datos de muestra para granulometría

DATOS DEL SUELO	
Peso inicial de muestra seca (g)	500.00
Peso de la muestra lavada (g)	123.54
Pérdida por lavado (g)	376.46

Tabla 19 Resultados granulométricos del suelo

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pul)	(mm)				
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.300	5.09	1.0	1.0	99.0
Nº4	4.750	1.38	0.3	1.3	98.7
Nº10	2.360	7.75	1.6	2.9	97.1
Nº20	1.180	7.04	1.4	4.3	95.7
N40	0.600	23.74	4.7	9.0	91.0
Nº50	0.300	13.66	2.7	11.7	88.3
Nº100	0.150	32.16	6.4	18.1	81.9
Nº200	0.075	32.72	6.5	24.6	75.4
< Nº 200	FONDO	376.46	75.3	99.9	0.1

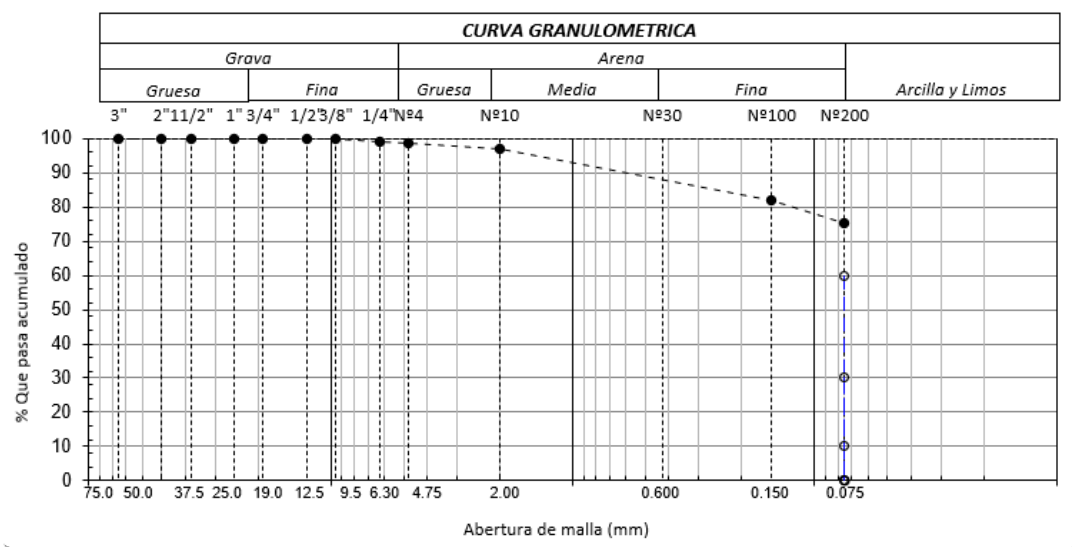


Ilustración 66 Curva Granulométrica

Para este ensayo se utilizaron los tamices 1/4", Nº4, Nº10, Nº20, Nº40, Nº50, Nº100 y Nº200 dónde se obtuvieron los pesos retenidos en cada uno de los tamices para luego formar la curva granulométrica.

Ensayo para determinar el Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos

Tabla 20 Cálculo de los límites de Atterberg

LIMITES DE ATTERBERG					
Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico
N° de tarro	1	2	3		4
N° de golpes	35	25	15		
Tarro + suelo húmedo	27.27	22.76	25.82		25.75
Tarro + suelo seco	24.76	20.13	22.23		23.86
Agua	2.51	2.63	3.59		1.89
Peso del tarro	12.21	7.36	7.35		12.02
Peso del suelo seco	12.55	12.77	14.88		11.84
Porcentaje de humedad	20.00	20.60	24.13		15.96

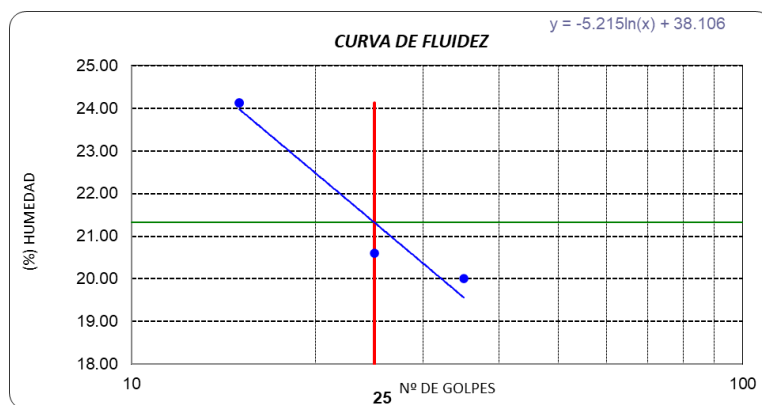


Ilustración 67 Curva de Fluidez

La grafica nos representa la relación entre el número de golpes en la cuchara de Casagrande y el % de humedad, siendo un resultado para 35, 25 y 15 golpes, la humedad es de 20.00%, 20.60% y 24.13% respectivamente.

Tabla 21 Consistencia física de la muestra

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	%
Límite Líquido	21.32
Límite Plástico	15.96
Índice de Plasticidad	5.36

En la tabla 15 se muestran los resultados de los límites de Atterberg.

Método para la Clasificación Unificada de Suelos

El sistema de clasificación SUSC utiliza un tamiz N°200 como referencia para indicar si el suelo está conformado por partículas gruesas o finas, si más de la mitad del material analizado se retiene en el tamiz N°200, se caracteriza como un suelo con partículas gruesas y si pasa más del 50% se clasifica como suelo de grano fino. En este análisis, el porcentaje que pasa por el tamiz 200 es superior al 50% y se clasifica como suelo fino.

Tabla 22 Clasificación del suelo

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	21.32 (%)
Límite Plástico (LP)	15.96 (%)
Índice Plástico (IP)	5.36 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL-ML
Descripción del suelo	
Arcilla limosa de baja plasticidad con arena	
Clasificación (AASHTO)	A-4 (9)
Descripción	
REGULAR	

Ensayos de resistencia

Las siguientes denominaciones se utilizarán para la facilidad de entendimiento al momento de reproducir los resultados.

La denominación: TR + 0.5MP + 25MC indica la dosificación de tierra reforzada con 0.5% de fibra de Musa paradisíaca y 25% de mucílago de café.

La denominación: TR + 3.5MP + 25MC indica la dosificación de tierra reforzada con 3.5% de fibra de Musa paradisíaca y 25% de mucílago de café.

La denominación: TR + 7MP + 25MC indica la dosificación de tierra reforzada con 7% de fibra de Musa paradisíaca y 25% de mucílago de café.

Resistencia a la compresión de muestras patrón (TR) a los 28 días

Tabla 23 Resultados de ensayo a compresión en TR

Muestra N°	Descripción de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
1	TR1	93.1	760	8.16
2	TR2	93	800	8.60
3	TR3	97.02	730	7.52
4	TR4	90.24	710	7.87
5	TR5	93.1	940	10.10
6	TR6	95.06	870	9.15

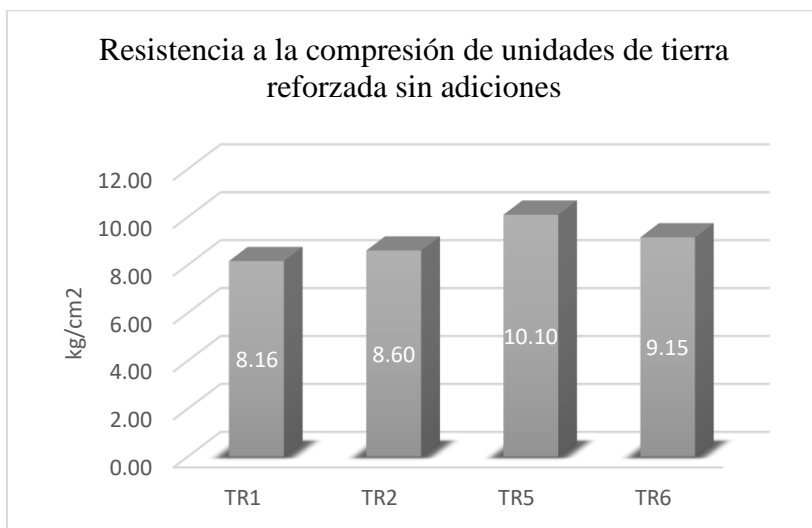


Ilustración 68 Resistencia a la compresión en TR

Resistencia a la compresión de muestras TR + 0.5MP + 25MC a los 28 días

Tabla 24 Resistencia a la compresión en TR + 0.5MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
1	TR1 + 0.5MP + 25MC	92.15	1400	15.19
2	TR2 + 0.5MP + 25MC	95.06	1240	13.04
3	TR3 + 0.5MP + 25MC	96	2140	22.29
4	TR4 + 0.5MP + 25MC	97.02	920	9.48
5	TR5 + 0.5MP + 25MC	94.05	1900	20.20
6	TR6 + 0.5MP + 25MC	94	1580	16.81

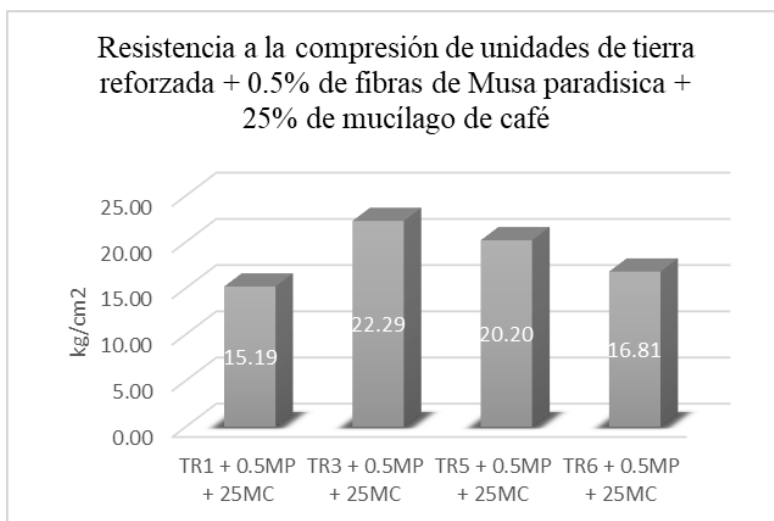


Ilustración 69 Resistencia a la compresión TR + 0.5MP+25MC

Resistencia a la compresión de muestras TR + 3.5MP + 25MC a los 28 días

Tabla 25 Resistencia a la compresión en TR + 3.5MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
1	TR1 + 3.5MP + 25MC	95.04	2170	22.83
2	TR2 + 3.5MP + 25MC	93.12	1880	20.19
3	TR3 + 3.5MP + 25MC	92.15	1580	17.15
4	TR4 + 3.5MP + 25MC	91.2	1770	19.41
5	TR5 + 3.5MP + 25MC	97	2250	23.20
6	TR6 + 3.5MP + 25MC	95.06	1630	17.15

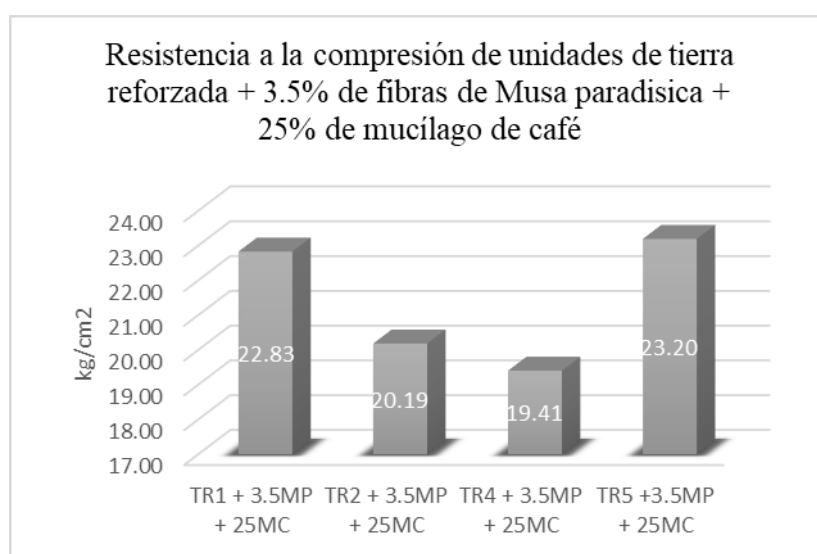


Ilustración 70 Resistencia a la compresión de TR+3.5MP+25MC

Resistencia a la compresión de muestras TR + 7MP + 25MC a los 28 días

Tabla 26 Resistencia a la compresión en TR + 7MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
1	TR1 + 7MP + 25MC	93.12	1020	10.95
2	TR2 + 7MP + 25MC	93.12	1370	14.71
3	TR3 + 7MP + 25MC	91.2	1370	15.02
4	TR4 + 7MP + 25MC	93.12	1090	11.71
5	TR5 + 7MP + 25MC	95.06	1560	16.41
6	TR6 + 7MP + 25MC	95.06	1550	16.31

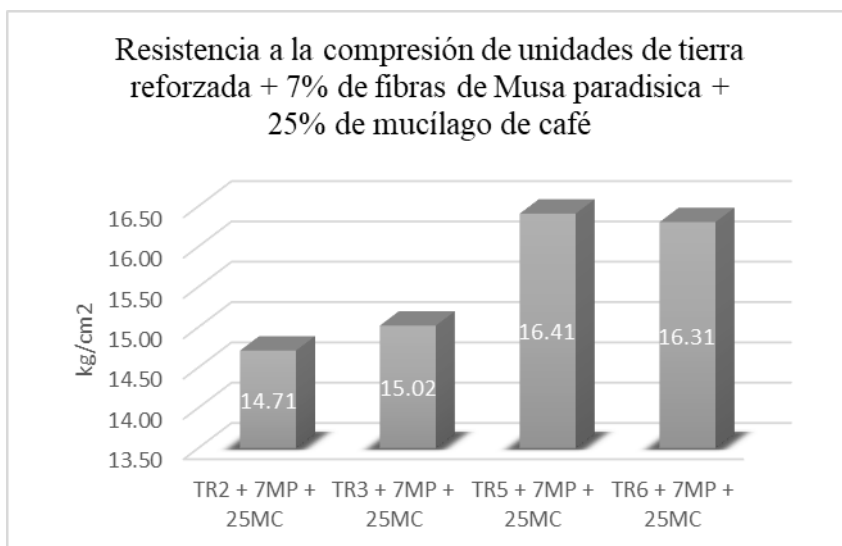


Ilustración 71 Resistencia a la compresión de TR+7MP+25MC

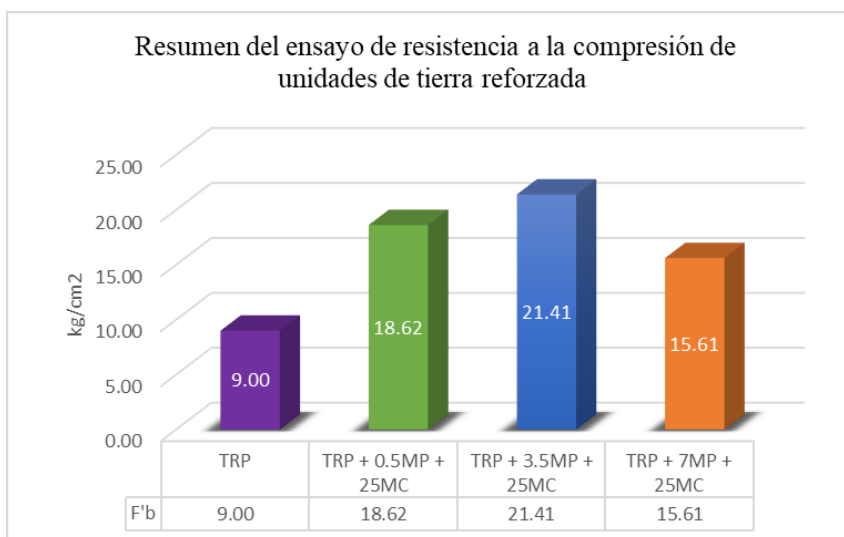


Ilustración 72 Resumen del ensayo de compresión

En el ensayo a compresión se obtuvieron los resultados: La muestra patrón TR con el promedio de sus 4 mejores muestras resistió 9kg/cm², la muestra TR+0.5MP+25MC logró obtener un resultado de 18.62 kg/cm², la muestra TR+3.5MP+25MC, 21.41kg/cm², siendo la muestra más resistente en esta prueba, y la muestra TR+7MP+25MC obtuvo una resistencia de 15.61 kg/cm².

Ensayo de resistencia a tracción TR

Tabla 27 Ensayo de resistencia a tracción TR

Muestra N°	Descripción de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
1	TR1	622.04	980	1.58
2	TR2	669.63	840	1.25
3	TR3	664.70	760	1.14
4	TR4	657.54	960	1.46
5	TR5	628.82	940	1.49
6	TR6	687.85	850	1.24

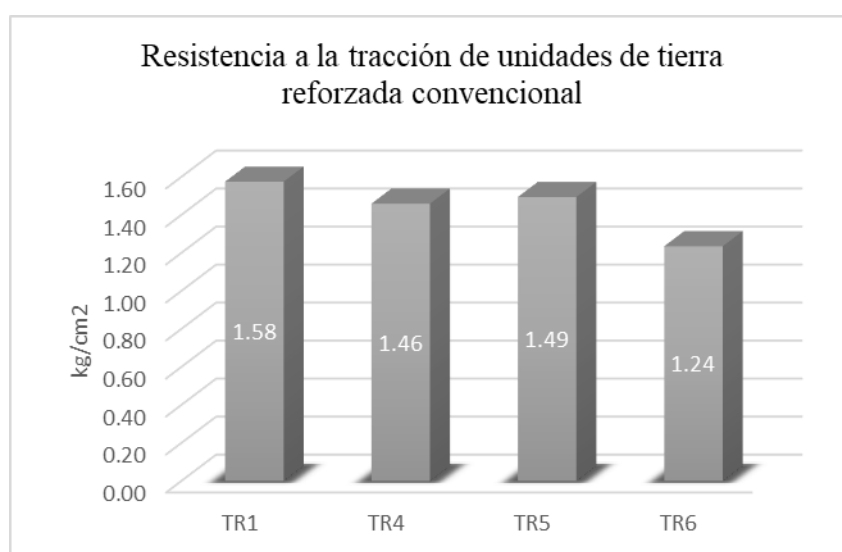


Ilustración 73 Resistencia a la tracción de TR

Resistencia a la tracción de muestras TR + 0.5MP + 25MC a los 28 días

Tabla 28 Resistencia a la tracción de TR + 0.5MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
1	TR1 + 0.5MP + 25MC	676.32	1270	1.88
2	TR2 + 0.5MP + 25MC	680.94	1060	1.56
3	TR3 + 0.5MP + 25MC	676.23	1220	1.80
4	TR4 + 0.5MP + 25MC	642.39	1260	1.96
5	TR5 + 0.5MP + 25MC	650.94	1400	2.15
6	TR6 + 0.5MP + 25MC	637.74	1030	1.62

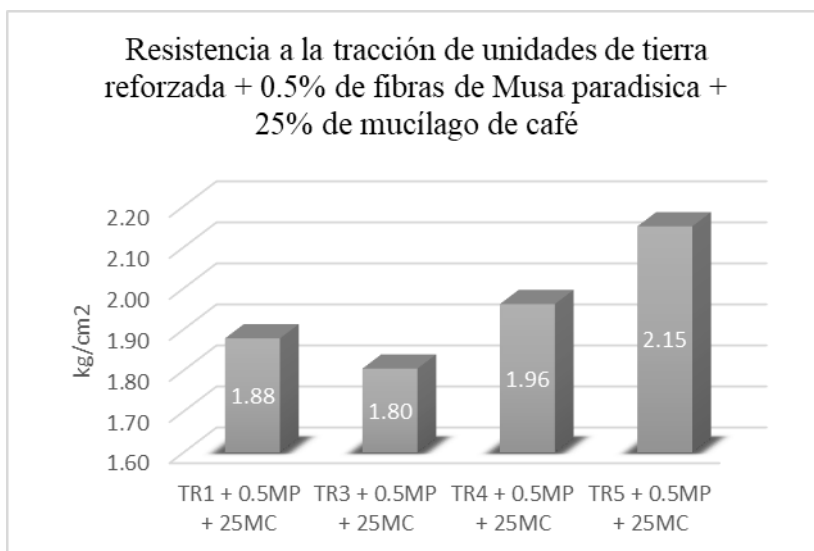


Ilustración 74 Tabla 22 Resistencia a la tracción de TR + 0.5MP + 25MC

Resistencia a la tracción de muestras TR + 3.5MP + 25MC a los 28 días

Tabla 29 Resistencia a la tracción de TR + 3.5MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
1	TR1 + 3.5MP + 25MC	636.17	950	1.49
2	TR2 + 3.5MP + 25MC	617.89	1180	1.91
3	TR3 + 3.5MP + 25MC	647.95	1360	2.10
4	TR4 + 3.5MP + 25MC	616.69	1080	1.75
5	TR5 + 3.5MP + 25MC	655.02	1060	1.62
6	TR6 + 3.5MP + 25MC	662.56	1150	1.74

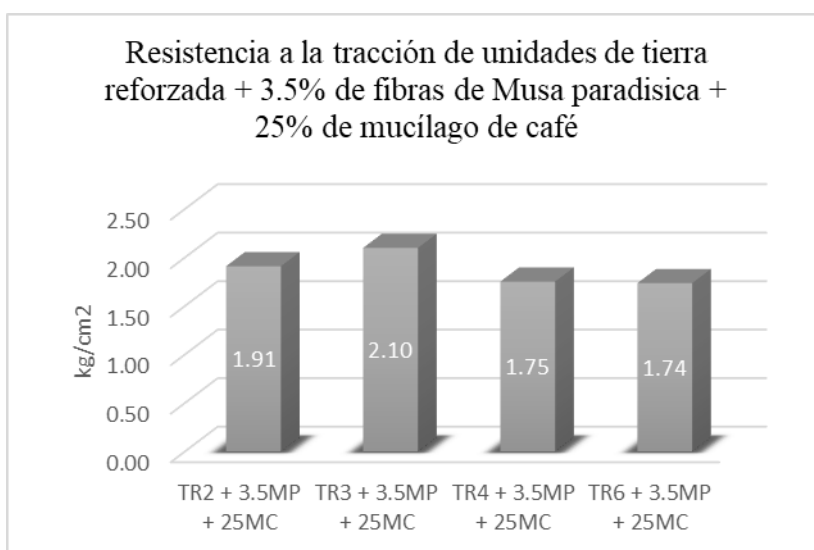


Ilustración 75 Resistencia a la tracción de TR + 3.5MP + 25MC

Resistencia a la tracción de muestras TR + 7MP + 25MC a los 28 días

Tabla 30 Resistencia a la tracción de TR + 7MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
1	TR1 + 7MP + 25MC	664.13	1050	1.58
2	TR2 + 7MP + 25MC	708.98	1270	1.79
3	TR3 + 7MP + 25MC	710.63	1310	1.84
4	TR4 + 7MP + 25MC	672.93	1260	1.87
5	TR5 + 7MP + 25MC	680.66	1340	1.97
6	TR6 + 7MP + 25MC	702.37	1220	1.74

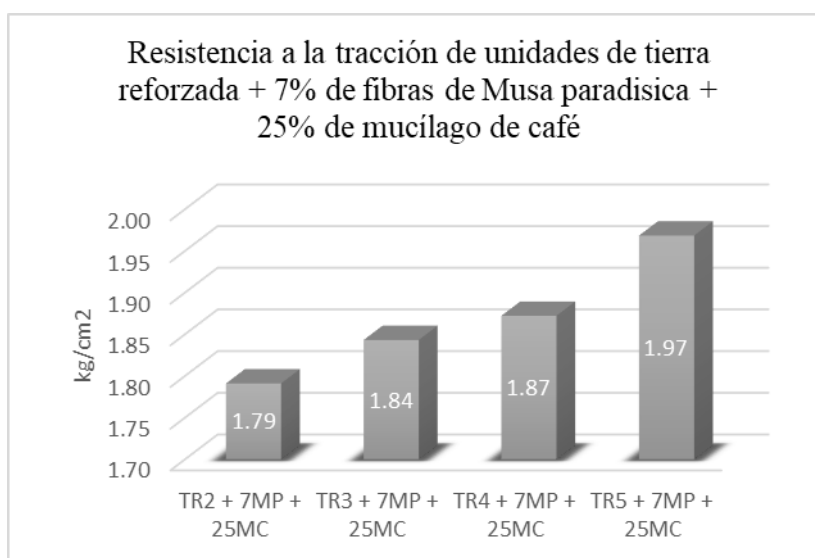


Ilustración 76 Resistencia a la tracción de TR + 7MP + 25MC

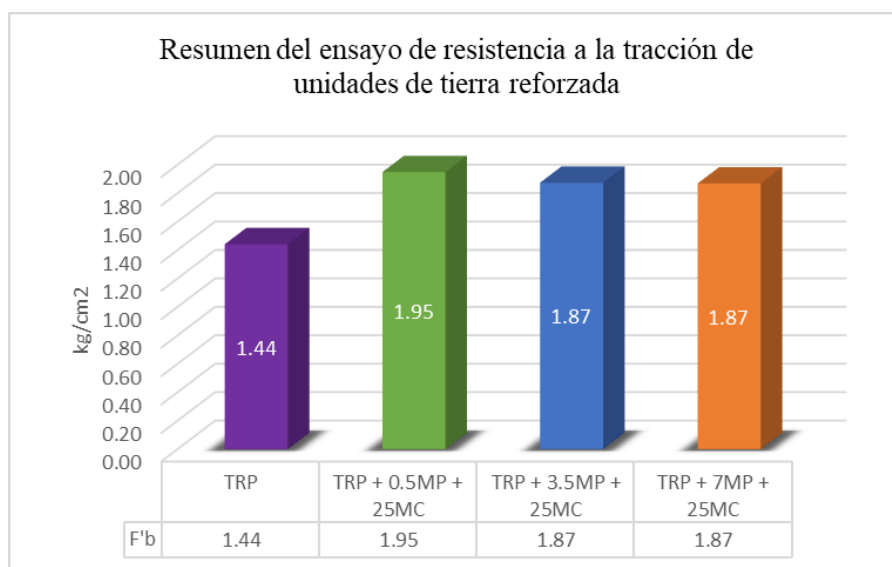


Ilustración 77 Resumen de ensayo de resistencia a la tracción

Los resultados obtenidos en el ensayo de tracción en unidades resultaron de la siguiente forma: Muestra TR en promedio de sus 4 mejores resultados logró resistir 1.44 kg/cm², las muestras de TR+0.5P+25MC resistió 1.95kg/cm², es la más resistente en esta prueba, las muestras de TR+3.5P+25MC y TR+7MP+25MC ambas lograron una resistencia promedio de 1.87kg/cm².

Ensayo de resistencia a la absorción de muestras TR

Tabla 31 Resistencia a la absorción en TR

Muestra N°	Descripción de la unidad	Peso Saturado (g)	Peso Seco (cm)	Absorción (%)
1	TR1	11470	11620	-1.29
2	TR2	12330	12490	-1.28
3	TR3	11850	12000	-1.25
4	TR4	11710	11840	-1.10
5	TR5	11790	11910	-1.01
6	TR6	11490	11602	-0.97

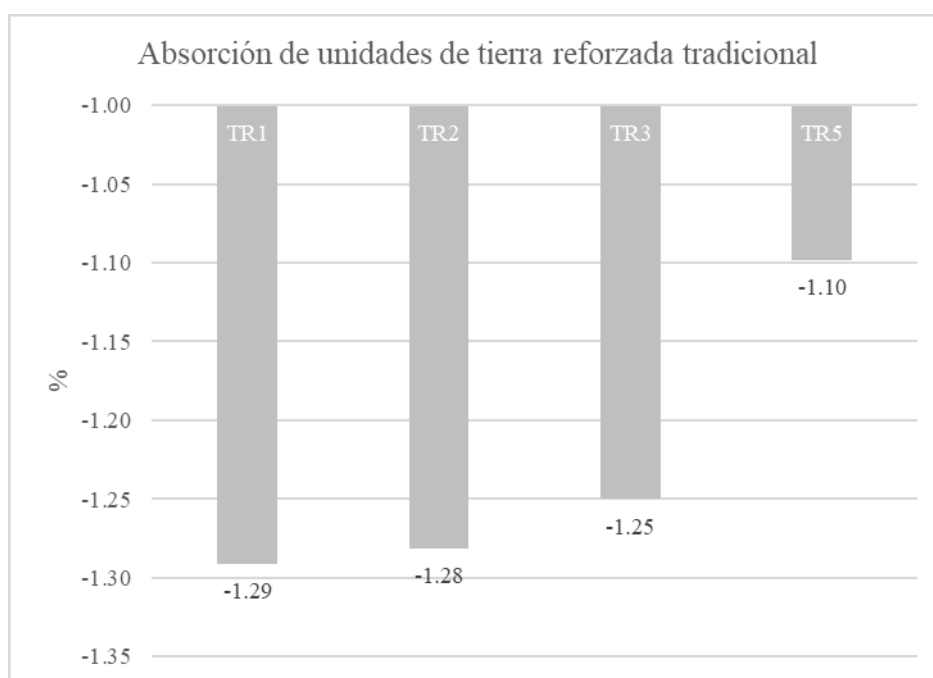


Ilustración 78 Resistencia a la absorción de TR + 0.5MP + 25MC

Resistencia a la absorción de muestras TR + 0.5MP + 25MC a los 28 días

Tabla 32 Resistencia a la absorción en TR + 0.5MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Peso Saturado (g)	Peso Seco (cm)	Absorción (%)
1	TR1 + 0.5MP + 25MC	13190	13240	-0.38
2	TR2 + 0.5MP + 25MC	12720	12710	0.08
3	TR3 + 0.5MP + 25MC	12120	12100	0.17
4	TR4 + 0.5MP + 25MC	12230	12200	0.25
5	TR5 + 0.5MP + 25MC	12620	12570	0.40
6	TR6 + 0.5MP + 25MC	12410	12360	0.40

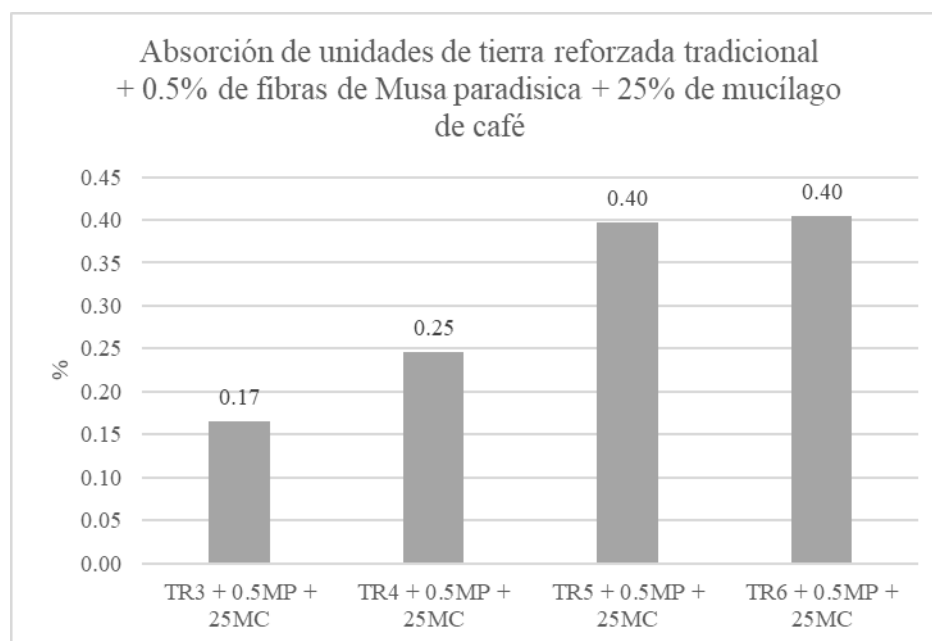


Ilustración 79 Resistencia a la absorción en TR + 0.5MP + 25MC

Resistencia a la absorción de muestras TR + 3.5MP + 25MC a los 28 días

Tabla 33 Resistencia a la absorción en TR + 3.5MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Peso Saturado (g)	Peso Seco (cm)	Absorción (%)
1	TR1 + 3.5MP + 25MC	11250	11180	0.63
2	TR2 + 3.5MP + 25MC	11510	11420	0.79
3	TR3 + 3.5MP + 25MC	11190	11100	0.81
4	TR4 + 3.5MP + 25MC	12150	12050	0.83
5	TR5 + 3.5MP + 25MC	11940	11840	0.84
6	TR6 + 3.5MP + 25MC	12360	12230	1.06

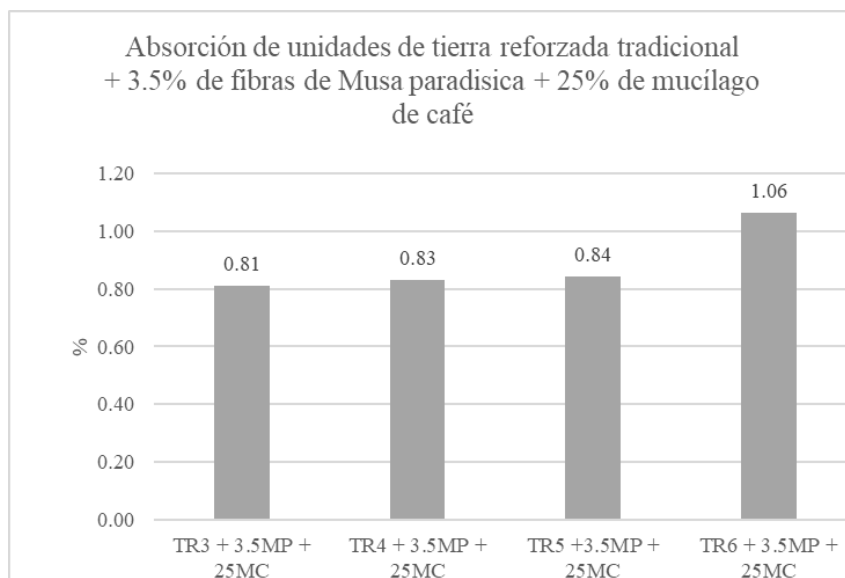


Ilustración 80 Resistencia a la absorción en TR + 3.5MP + 25MC

Resistencia a la absorción de muestras TR + 7MP + 25MC a los 28 días

Tabla 34 Resistencia a la absorción en TR + 7MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Peso Saturado (g)	Peso Seco (cm)	Absorción (%)
1	TR1 + 7MP + 25MC	11130	11040	0.82
2	TR2 + 7MP + 25MC	12490	12380	0.89
3	TR3 + 7MP + 25MC	11350	11240	0.98
4	TR4 + 7MP + 25MC	11210	11100	0.99
5	TR5 + 7MP + 25MC	11340	11200	1.25
6	TR6 + 7MP + 25MC	11230	11090	1.26

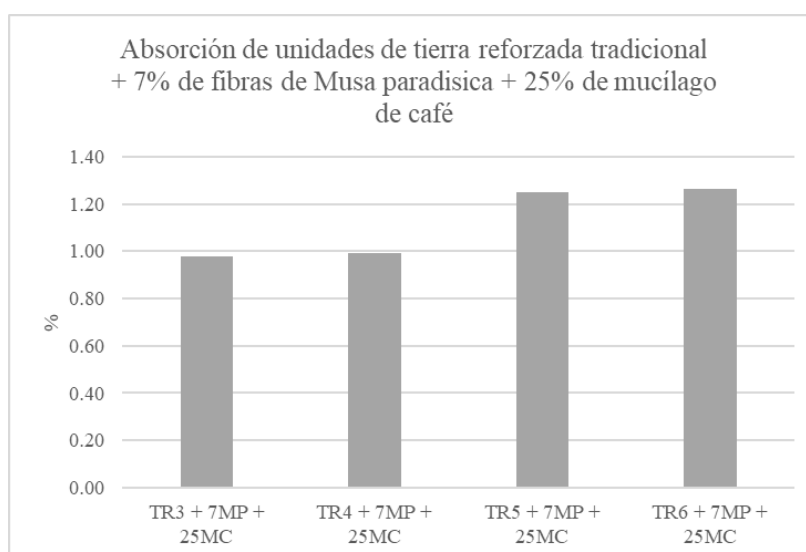


Ilustración 81 Resistencia a la absorción en TR + 7MP + 25MC

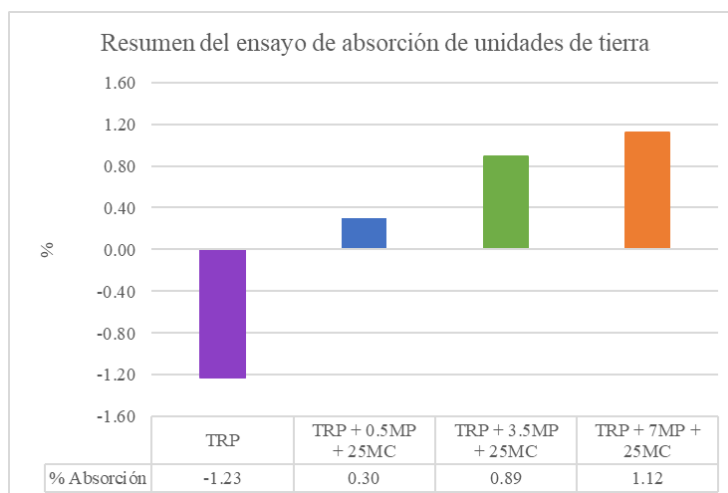


Ilustración 82 Resumen del ensayo de absorción

La muestra patrón presenta un resultado en el cálculo de absorción negativo, el cual no es lógico, la causa de este resultado es la reacción que tuvo al contacto con el agua, este empezó a desmoronarse, lo cual hizo que pierda masa.

En la *Ilustración 82* se aprecian los resultados del ensayo a la absorción en unidades, de esta manera se obtuvo -1.23%, 0.30%, 0.89% y 1.12% para las muestras de TR, TR+0.5P+25MC TR+3.5P+25MC y TR+7MP+25MC respectivamente.

Variación dimensional en cubos de 10 cm de arista

Tabla 35 Variación dimensional en TR

Muestra N°	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
1	TR1	98.00	95.00	96.00
2	TR2	100.00	93.00	98.00
3	TR3	99.00	98.00	96.00
4	TR4	94.00	96.00	96.00
5	TR5	98.00	95.00	96.00
6	TR6	97.00	98.00	100.00
	Promedio	97.67	95.83	97.00
	Variación	-2.33%	-4.17%	-3.00%
	C.V.	1.93%	1.85%	1.57%

Tabla 36 Variación dimensional en TR + 0.5MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
1	TR1 + 0.5MP + 25MC	97.00	95.00	95.00
2	TR2 + 0.5MP + 25MC	98.00	97.00	98.00
3	TR3 + 0.5MP + 25MC	100.00	96.00	98.00
4	TR4 + 0.5MP + 25MC	98.00	99.00	98.00
5	TR5 + 0.5MP + 25MC	99.00	95.00	97.00
6	TR6 + 0.5MP + 25MC	100.00	94.00	98.00
	Promedio	98.67	96.00	97.33
	Variación	-1.33%	-4.00%	-2.67%
	C.V.	1.12%	1.70%	1.14%

Tabla 37 Variación dimensional en TR + 3.5MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
1	TR1 + 3.5MP + 25MC	96.00	99.00	96.00
2	TR2 + 3.5MP + 25MC	97.00	96.00	96.00
3	TR3 + 3.5MP + 25MC	95.00	97.00	97.00
4	TR4 + 3.5MP + 25MC	95.00	96.00	95.00
5	TR5 + 3.5MP + 25MC	97.00	100.00	96.00
6	TR6 + 3.5MP + 25MC	97.00	98.00	96.00
	Promedio	96.17	97.67	96.00
	Variación	-3.83%	-2.33%	-4.00%
	C.V.	0.93%	1.53%	0.60%

Tabla 38 Variación dimensional en TR + 7MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
1	TR1 + 7MP + 25MC	96.00	97.00	99.00
2	TR2 + 7MP + 25MC	97.00	96.00	98.00
3	TR3 + 7MP + 25MC	96.00	95.00	98.00
4	TR4 + 7MP + 25MC	97.00	96.00	97.00
5	TR5 + 7MP + 25MC	98.00	97.00	98.00
6	TR6 + 7MP + 25MC	98.00	97.00	96.00
	Promedio	97.00	96.33	97.67
	Variación	-3.00%	-3.67%	-2.33%
	C.V.	0.84%	0.77%	0.97%

La variación dimensional se realizó en unidades de 10cm x 10cm x 10cm, tomando medidas del largo ancho y altura de cada unidad. A continuación, en las gráficas se muestran los resultados.

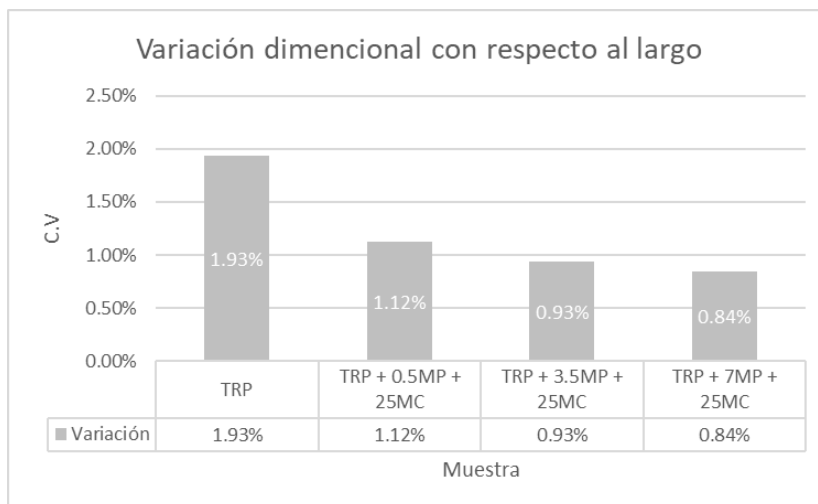


Ilustración 83 Variación dimensional con respecto al largo

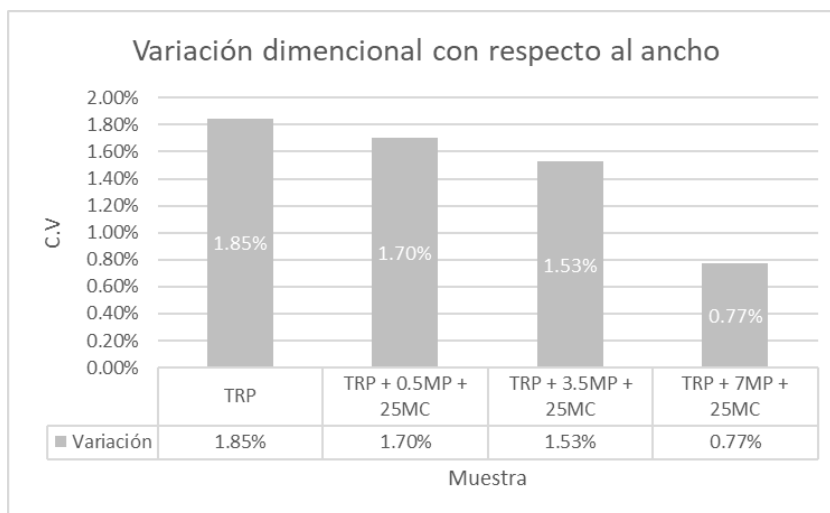


Ilustración 84 Variación dimensional con respecto al ancho

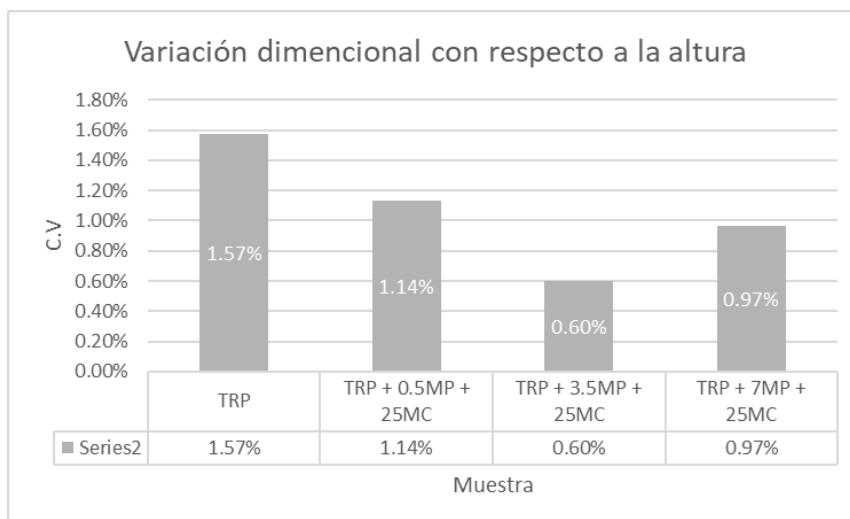


Ilustración 85 Variación dimensional con respecto a la altura

Variación dimensional en probetas cilíndricas de 6"x12"

Tabla 39 Variación dimensional en TR

Muestra N°	Descripción de la unidad	Diametro (mm)	Alto (mm)
1	TR1	150.00	264.00
2	TR2	145.00	294.00
3	TR3	142.00	298.00
4	TR4	140.00	299.00
5	TR5	144.00	278.00
6	TR6	151.00	290.00
	Promedio	145.33	287.17
	Variación	-4.17%	-3.00%
	C.V.	2.74%	4.34%

Tabla 40 Variación dimensional en TR + 0.5MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Ancho (mm)	Alto (mm)
1	TR1 + 0.5MP + 25MC	144.00	299.00
2	TR2 + 0.5MP + 25MC	150.00	289.00
3	TR3 + 0.5MP + 25MC	150.00	287.00
4	TR4 + 0.5MP + 25MC	144.00	284.00
5	TR5 + 0.5MP + 25MC	140.00	296.00
6	TR6 + 0.5MP + 25MC	140.00	290.00
	Promedio	144.67	290.83
	Variación	1.70%	1.14%
	C.V.	2.84%	1.77%

Tabla 41 Variación dimensional en TR + 3.5MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Ancho (mm)	Alto (mm)
1	TR1 + 3.5MP + 25MC	150.00	270.00
2	TR2 + 3.5MP + 25MC	149.00	264.00
3	TR3 + 3.5MP + 25MC	150.00	275.00
4	TR4 + 3.5MP + 25MC	151.00	260.00
5	TR5 + 3.5MP + 25MC	150.00	278.00
6	TR6 + 3.5MP + 25MC	148.00	285.00
	Promedio	149.67	272.00
	Variación	-2.33%	-4.00%
	C.V.	0.63%	3.10%

Tabla 42 Variación dimensional en TR + 7 MP + 25MC

Muestra N°	Descripción de la unidad	Ancho (mm)	Alto (mm)
1	TR1 + 7MP + 25MC	151.00	280.00
2	TR2 + 7MP + 25MC	153.00	295.00
3	TR3 + 7MP + 25MC	156.00	290.00
4	TR4 + 7MP + 25MC	153.00	280.00
5	TR5 + 7MP + 25MC	157.00	276.00
6	TR6 + 7MP + 25MC	158.00	283.00
	Promedio	154.67	284.00
	Variación	-3.67%	-2.33%
	C.V.	1.61%	2.29%

La variación dimensional se realizó en unidades cilíndricas de 6" x 12" de diámetro y altura respectivamente. A continuación, en las gráficas se muestran los resultados.

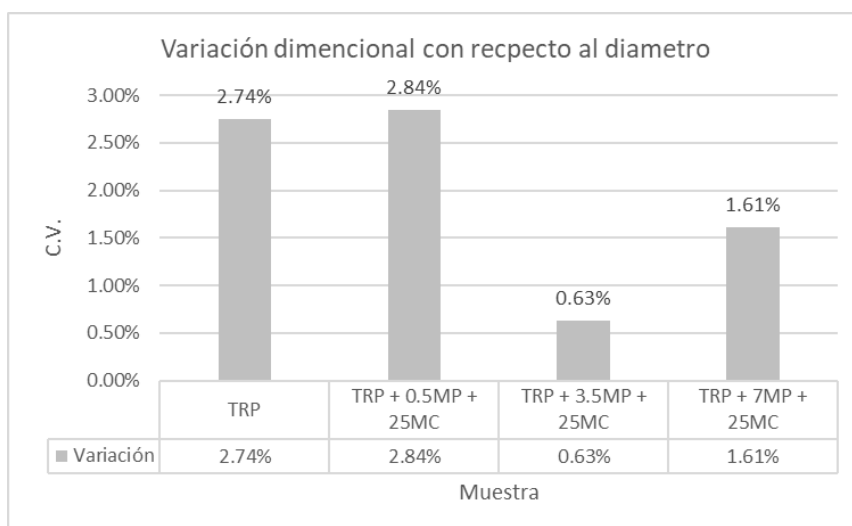


Ilustración 86 Variación dimensional con respecto al diámetro

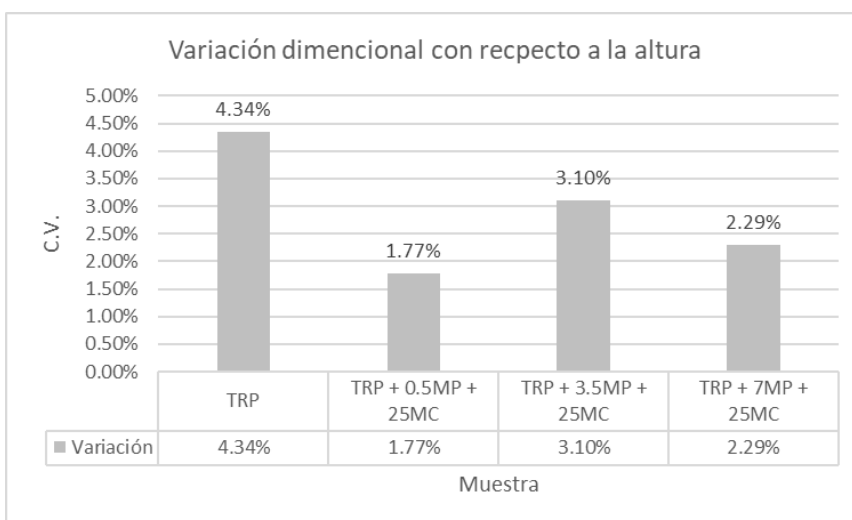


Ilustración 87 Variación dimensional con respecto a la altura

Después de analizar los resultados de los ensayos plasmados anteriormente se determina el porcentaje óptimo a la dosificación: 0.5 MP + 25MC para la ejecución de la segunda fase del proyecto, que cuenta con los ensayos de resistencia a la compresión en muretes (pilas), tracción indirecta e inundación simulada.

Resistencia a la compresión en muretes (pilas)

Tabla 43 Resultados de muestra patrón en prueba de compresión en muretes (pilas)

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'm (kg/cm ²)	Fm (kg/cm ²)	Esfuerzo por aplastamiento
01	TR	121.7	580.2	4.77	1.91	2.38
02	TR	122.5	772.9	6.31	2.52	3.16
03	TR	119.3	842.1	7.06	2.82	3.53
04	TR	128.8	808.1	6.27	2.51	3.14
05	TR	123.2	893.5	7.25	2.90	3.63
06	TR	123.2	764	6.20	2.48	3.10
Promedio						3.36

Tabla 44 Resultados de muestra con adición de 0.5MP+25MC en prueba de compresión en muretes (pilas)

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'm (kg/cm ²)	Fm (kg/cm ²)	Esfuerzo por aplastamiento
01	TR+0.5MP+25MC	122.5	811.2	6.62	2.65	3.31
02	TR+0.5MP+25MC	120.9	1134.4	9.38	3.75	4.69
03	TR+0.5MP+25MC	121.7	952.6	7.83	3.13	3.92
04	TR+0.5MP+25MC	120.9	979.9	8.11	3.24	4.05
05	TR+0.5MP+25MC	117.8	925.7	7.86	3.14	3.93
06	TR+0.5MP+25MC	117.0	1058.3	9.05	3.62	4.52
Promedio						4.30

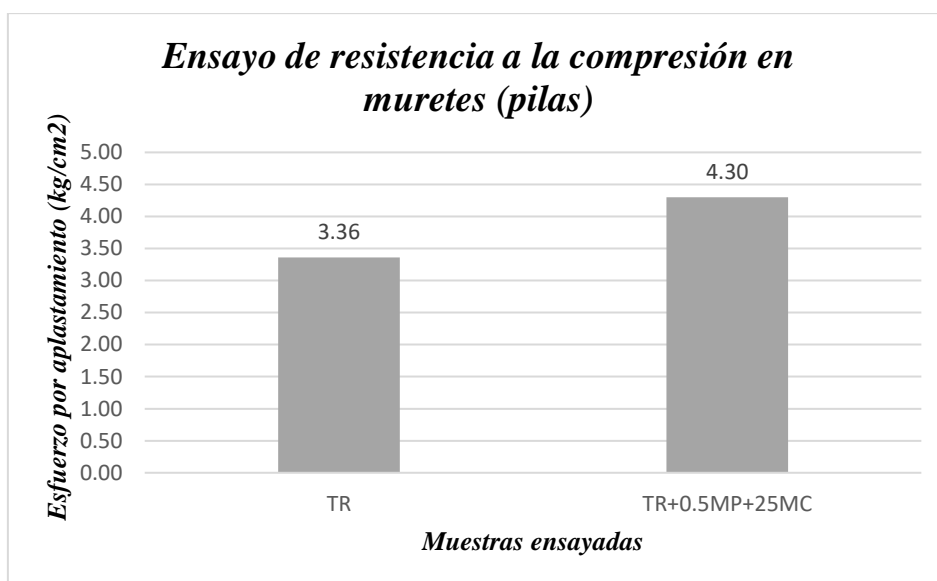


Ilustración 88 Resumen del ensayo de compresión en muretes (pilas)

En el ensayo de compresión en muretes (pilas) se observó un resultado de 3.36 kg/cm² para las 4 mejores muestras de la mezcla patrón y de 4.30 kg/cm² para las muestras con adición de 0.5MP+25MC.

Resistencia a la tracción indirecta en muretes

Tabla 45 Resultados de muestra TR en prueba de tracción en murete (7 días)

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a compresión	Vm (kg/cm ²)
01	TR	727.2	410	0.28	0.11

Tabla 46 Resultados de muestra con adición de 0.5MP+ 25MC en prueba de tracción en muretes (7 días)

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a compresión	Vm (kg/cm ²)
01	TR+0.5MP+25MC	726.0	434	0.30	0.12

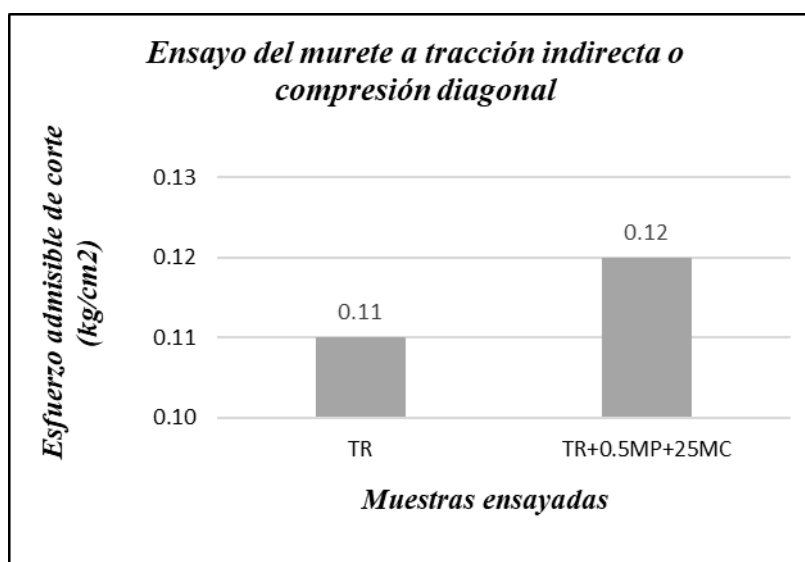


Ilustración 89 Resultados del ensayo de tracción en murete (7 días)

Tabla 47 Resultados de muestra TR en prueba de tracción en murete (28 días)

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a compresión	Vm (kg/cm ²)
01	TR	735.0	860	0.59	0.23
02	TR	732.9	948	0.65	0.26
03	TR	732.0	836	0.57	0.23
04	TR	743.0	822	0.55	0.22
05	TR	746.9	844	0.56	0.23
Promedio					0.24

Tabla 48 Resultados de muestra TR en prueba de tracción en murete (28 días)

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a compresión	Vm (kg/cm ²)
01	TR+0.5MP+25MC	704.0	978	0.69	0.28
02	TR+0.5MP+25MC	735.3	956	0.65	0.26
03	TR+0.5MP+25MC	734.5	868	0.59	0.24
04	TR+0.5MP+25MC	757.1	916	0.60	0.24
05	TR+0.5MP+25MC	716.7	1012	0.71	0.28
Promedio					0.27

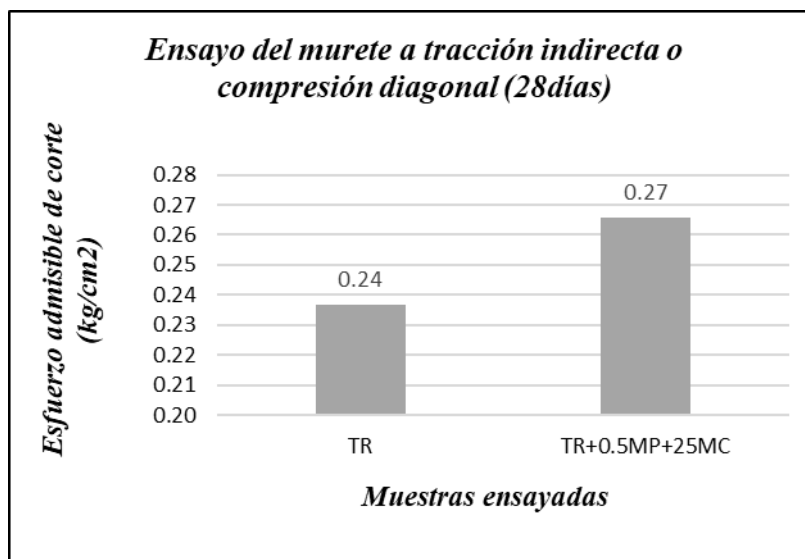


Ilustración 90 Resultados del ensayo de tracción en murete (28 días)

Los resultados del ensayo a tracción indirecta en muretes a los 7 días dieron como resultado en la muestra patrón TR una resistencia ultima de 0.11 kg/cm² y para la muestra con adición de 0.5MP+25MC fue de 0.12kg/cm². A los 28 días la muestra TR obtuvo una resistencia promedio de 0.24kg/cm² y la muestra con adición de 0.5MP+25MC fue de 0.28kg/cm².

Inundación simulada

Tabla 49 Resultados de medición de capilaridad en muro patrón en el ensayo de inundación simulada

MURO PATRÓN	
Monitoreo (min)	Capilaridad (mm)
0	0
1	13
5	24
10	29
15	36
20	42
25	CAÍDA

Tabla 50 Resultados de medición de capilaridad en muro experimental en el ensayo de inundación simulada

MURO 0.5MP+25MC	
Monitoreo (min)	Capilaridad (mm)
0	0
1	6
5	17
10	23
15	26
20	29
25	31
30	CAÍDA

Los resultados dan a notar que la capilaridad máxima en el muro patrón fue de 42 mm en un tiempo de 20 minutos y en la muestra experimental con adición de 0.5% de fibra de Musa paradisiaca y 25% de mucilago de café fue de 31 mm en un tiempo de 25 minutos.

Evaluación económica

Para comparar y realizar el análisis de los costos tanto de unidades como de muros convencionales y con adición de Musa paradisiaca y mucílago de café se realizaron el Análisis de Precios Unitarios (APU), donde se tomó en cuenta los costos de la materia prima y mano de obra. El análisis se realizó en unidades de 24cm x12cm x8cm y en las tablas siguientes se muestran los resultados.

Tabla 51 APU de unidad de tierra convencional

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Partida	1	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE TIERRA CONVENCIONAL				
Rendimiento:	500 und/día	Horas:	8	Costo unitario directo por : und		0.36
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Total
MANO DE OBRA						0.33
Oficial	hh	1.00	0.016	20.60	0.33	
MATERIALES						0.02
Suelo arcilloso	m3		0.0018	8.00	0.01	
Agua	m3		0.0007		0.00	
Pajilla de arroz	m3		0.0005	5.00	0.00	
EQUIPO Y HERRAMIENTA						0.02
Desgaste de herramientas	% MO		5%	0.33	0.02	

Tabla 52 APU de unidad de tierra con adición de MP y MC

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
Partida	1	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE TIERRA REFORZADA					
Rendimiento:	500 und/día		Horas:	8	Costo unitario directo por : und		0.38
DESCRIPCIÓN	Und	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Total	
MANO DE OBRA						0.33	
Oficial	hh	1.00	0.016	20.60	0.33		
MATERIALES						0.03	
Suelo arcilloso	m3		0.00221	8.00	0.02		
Agua	m3		0.00080		0.00		
Fibra de Musa paradisiaca	m3		0.00013	50.00	0.01		
Mucilago de café	m3		0.00027	20.00	0.01		
EQUIPO Y HERRAMIENTA						0.02	
Desgaste de herramientas	% MO		5%	0.33	0.02		

Se analizó el precio del muro con unidades de tierra convencional por 1m2 el cual se ve reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 53 APU por m2 de muro con unidades de tierra convencionales

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
Partida	1	MURO DE UNIDADES DE TIERRA CONVENCIONAL					
Rendimiento:	6 m2/día		Horas:	8	Costo unitario directo por : m2/día		69.32
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Total	
MANO DE OBRA						52.29	
Oficial	hh	1.00	1.333	20.60	27.46		
Peon	hh	1.00	1.333	18.63	24.83		
MATERIALES						14.41	
Unidades de tierra convencional	und		40.0000	0.36	14.40		
Suelo arcilloso	m3		0.0009	8.00	0.01		
Agua	m3		0.0001		0.00		
EQUIPO Y HERRAMIENTA						2.61	
Desgaste de herramientas	% MO		5%	52.29	2.61		

Se analizó el precio del muro con unidades de tierra reforzada con fibra de Musa paradisiaca y mucilago de café por 1m2 el cual se ve reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 54 APU por m2 de muro con unidades de tierra con adición de MP y MC

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
Partida	1	MURO DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA					
Rendimiento:	6 m2/día		Horas:	8	Costo unitario directo por : m2/día		70.12
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Total	
MANO DE OBRA						52.29	
Oficial	hh	1.00	1.333	20.60	27.46		
Peon	hh	1.00	1.333	18.63	24.83		
MATERIALES						15.21	
Unidades de tierra reforzada	und		40.000	0.38	15.20		
Suelo arcilloso	m3		0.0009	8.00	0.01		
Agua	m3		0.0001		0.00		
EQUIPO Y HERRAMIENTA						2.61	
Desgaste de herramientas	% MO		5%	52.29	2.61		

DISCUSIÓN

Ensayo de compresión a unidades:

Las tres muestras con adiciones cumplen con superar el esfuerzo a la rotura mínima especificada en la norma E0.80 [13], 10.2kg/cm² a diferencia de la muestra patrón TR que no cumple.

En el ensayo a compresión se logra apreciar un gran incremento de la resistencia en las muestras con las dosificaciones adicionadas de MP y MC a comparación de la muestra patrón TR que resistió el promedio de sus 4 mejores resultados 9kg/cm², la muestra TR+0.5MP+25MC logró obtener un resultado de 18.62 kg/cm², la muestra TR+3.5MP+25MC, 21.41kg/cm², siendo la muestra más resistente en esta prueba, que representa una mejora de hasta 237%, y la muestra TR+7MP+25MC obtuvo una resistencia de 15.61 kg/cm².

Respaldando que la adición de fibras aumenta la resistencia a la compresión [21] en su estudio evaluando las características físicas, mecánicas y térmicas de adobe fortificados con fibras de pseudotallo de plátano en porcentajes de 0%, .25%, 0.5%, 0.75% y 1% en peso, la muestra de 0.75% logró un aumento del 33% de resistencia a la compresión a comparación de las muestras no fortificadas. Así como [6] utilizó la fibra de platanal en una proporción del 10% con relación al volumen de la muestra, dando resultados positivos a comparación con la muestra de adobe convencional, mejoró la resistencia a la compresión obteniendo 14.44 kg/cm², [8] en su estudio de muestras con adición de fibras de pseudotallo de plátano obtuvo resultados para 1% y 1.5% incrementando su resistencia a la compresión con 32% y 17.55% con respecto su muestra patrón. Por otro lado, autores que investigaron con fibras similares también presentaron mejoras en las resistencias a la compresión, [22] los hallazgos de esta investigación indican que la incorporación de fibras de bambú incrementa la capacidad de resistencia a la compresión de los bloques de tierra en un 43.6% cuando se utiliza un contenido óptimo de fibras del 0.5% en relación al peso.

En su artículo [7], utilizando la melaza de caña de azúcar y yeso en la estabilización de adobes y evaluó sus efectos con respecto a la resistencia a la compresión, empleando 5%, 10% y 15% tanto de melaza de caña de azúcar como de yeso y 5%, 10% y 15% entre la combinación de ambos estabilizantes, la muestra que contenía ambos estabilizantes en proporciones de 2.5% cada uno, tuvo la mejor resistencia a 21.9 kg/cm².

Ensayo de tracción a unidades:

En este ensayo todos los especímenes cumplen con los esfuerzos de rotura mínimos que especifica la norma E.080 equivalentes a 0.81kg/cm². Los resultados obtenidos en el ensayo de tracción, a pesar de que, todos cumplen con la norma, las muestras con adiciones de MP Y MC

logran obtener resultados mucho más favorables a diferencia de la muestra patrón. La adición TR+0.5P+25MC con 1.95kg/cm². es la más resistente en esta prueba con una mejora de hasta un 135%, [Ige] en su estudio se registró un incremento del 53% de resistencia a la tracción al adicionar fibras de pseudotallo de plátano en proporciones de 0.5% a 0.75%. Otros autores adicionando fibras parecidas obtuvieron resultados positivos en la tracción, en su artículo [23] demostró que a un mayor contenido de fibras de palma resultó en un aumento significativo del módulo de ruptura, lo que se tradujo en un incremento del 104% en la resistencia a la tracción de las unidades cuando se añadió un 1% de fibra en comparación con las muestras patrón. También, [24] logró una resistencia a la tracción de 4.08kg/cm², en [25] una resistencia de 6.0kg/cm², [26] evaluó la resistencia a la tracción del mortero aumentando de 28,2 N la muestra patrón a 37 N muestra mejorada, lo que representa una mejora del 31% en la resistencia.

Ensayo de absorción a unidades:

Al no haber normativa vigente para este ensayo se propuso evaluar las unidades de adobes patrón y las reforzadas con adiciones a sumergirlas por 1 min. para determinar el porcentaje de su absorción, de esta manera la muestra patrón presentó un resultado en el cálculo de absorción negativo, el cual no es lógico, la causa de este resultado es la reacción que tuvo al contacto con el agua, este empezó a desmoronarse, lo cual hizo que pierda masa, a comparación de las muestras con adición de fibra de Musa paradisiaca y mucílago de café que lograron resistir al tiempo de prueba sin desmoronarse y resultando un porcentaje de absorción de 0.30% para el diseño TR+0.5MP+25MC, 0.89% para TR+3.5MP+25MC y 1.12% para TR+7 MP+25MC, dando a entender que a más porcentaje de fibra que se le agregue a la mezcla mayor es el porcentaje de absorción. En investigaciones con otras adiciones [22] se observó un incremento en la capacidad de absorción de agua a medida que aumentaba la cantidad de fibra. El valor más alto alcanzado fue del 27.6%, al agregar un 1% de fibra. Los resultados indican que este aumento se debe a las propiedades porosas e hidrofílicas del material de adición. Al adicionar mucilago de penca de tuna a los adobes [27] determinó la importancia de la adición, a más porcentaje de mucílago la muestra se desmoronaba menos, coincidiendo con el resultado de esta investigación.

Ensayo de compresión en muretes (pilas):

En este ensayo (pilas) ambos grupos experimentales no cumplieron con el esfuerzo de rotura mínimo como lo indica la norma E0.80. Sin embargo, la muestra patrón logró un promedio de

resistencia de 3.36kg/cm² y la muestra experimental optima TR+0.5MP+25MC 4.30kg/cm², este resultado nos indica que la adición de fibra de musa paradisiaca y el mucílago de café mejoran la resistencia a la compresión en muretes (pilas) hasta en 27.98%. En la investigación [28] nos muestra resultados de la resistencia en muretes patrón es de 13kg/cm², mientras que los reforzados 15kg/cm², confirmando que las adiciones mejoran las propiedades del adobe.

Ensayo de tracción diagonal en muretes

Los resultados de la muestra patrón fueron menores a las del muro con adición optima de Musa Paradisiaca y Mucílago de café. También se logró apreciar un incremento del 12.5% en esta prueba. En una investigación [29] adicionando fibras de lana de oveja en el ensayo de resistencia a corte de los muros se encontró que se mejora un 25% en comparación con los muros patrón. Esto demuestra que la incorporación de fibras de lana de oveja es beneficiosa para aumentar la resistencia a corte de los muros. La utilización de ladrillos naturales en unidades de adobe ofrece mejoras en su resistencia al corte, lo que resulta en muros de mampostería con un comportamiento mecánico mejorado.

Ensayo de inundación simulada en muretes

Esta prueba no se encuentra normada por ello, se consideró el evaluar la capilaridad cada 5 min. Los resultados dan a notar que la capilaridad máxima en el muro patrón fue de 42 mm en un tiempo de 20 minutos y en la muestra experimental con adición de 0.5% de fibra de Musa paradisiaca y 25% de mucilago de café fue de 31 mm en un tiempo de 25 minutos. Los muretes se desplomaron a los minutos 25 y 30 después de la inundación, primero el muro patrón y luego el muro con adición de 0.5% de fibra de Musa paradisiaca y 25% de mucilago de café respectivamente, dando esto como resultado una mejora de un 20% del tiempo en el muro con adición antes que colapse. En esta investigación [30] de otro tipo de mucilago se presentaron tendencias parecidas, el muro patrón colapsó primero y después los muros con adición de mucilago, también en [28] presenta resultados coincidentes.

CONCLUSIONES

- Se logró identificar las características físicas (dimensión, color, textura, olor) de la fibra de Musa paradisiaca y el mucílago de café, para su uso en la fabricación de unidades de tierra reforzada.
- Para realizar el estudio se averiguó y determinó un proceso de selección tanto para la obtención de las fibras del pseudotallo de Musa paradisiaca como para la extracción del mucílago de café con el fin de seguir un orden, así como, conseguir una mezcla de calidad y sin impurezas.
- Se hicieron pruebas para poder determinar el diseño de mezcla correcto para cada porcentaje planteado en los objetivos, de esta manera se adicionó la cantidad exacta de fibra de musa paradisiaca y de mucílago de café.
- Se realizaron ensayos físicos de absorción y variación dimensional, así como mecánicos en los que se incluyen ensayos de resistencia a la compresión y tracción en unidades y en muretes tal como se menciona en la normativa E.0.80: Adobe, dando resultados positivos para la adición de fibra de Musa paradisiaca y el mucílago de café.
- En el ensayo a compresión a las unidades se obtuvieron resultados promedio de 9kg/cm² para la muestra patrón y 18.62 kg/cm², 21.41 kg/cm² y 15.61kg/cm² para las muestras experimentales de TR+0.5%MP+25MC, TR+3.5%MP+25MC y TR+7%MP+25MC respectivamente, significando la mejora de hasta un 230%. En el ensayo a tracción realizando la misma comparación se observó un incremento de esta resistencia hasta en 135%.
- En la prueba de absorción en unidades las muestras patrón perdieron masa dando un resultado negativo, a comparación de las muestras con adiciones que presentaron una resistencia a la erosión logrando medir su % de absorción.
- En la prueba de variación dimensional las muestras cubicas de 10cm de arista con adición son más uniformes con respecto a su largo, ancho y altura a comparación de las muestras patrón.
- Se definió a la dosificación de 0.5% de adición de fibra de musa paradisiaca y 25% de mucilago de café como la mezcla óptima que aumenta la resistencia a compresión y tracción del adobe y reduce su erosión, evitando así su deterioro al estar en contacto con el agua para las pruebas de compresión, tracción diagonal e inundación simulada.

- Para la comparación en el ensayo de resistencia a la compresión en muretes (pilas) la muestra patrón resistió 3.36kg/cm² y la experimental óptima 4.30kg/cm² acrecentando un 27.98%. En la prueba de tracción indirecta en muretes, la muestra optima resultó tener 0.27kg/cm² de resistencia, 12.5% más que la muestra patrón con 0.24kg/cm².
- En la prueba de inundación simulada la capilaridad medida en la muestra patrón fue de 42mm y en la muestra optima 31mm, así como la caída de los muros fue a los 25 min del muro patrón y 30 min para el muro con adición. Así la capilaridad se redujo en un 35.48% y el tiempo de caída se aumentó en 20%.
- Los resultados obtenidos en los ensayos propuestos se compararon con los parámetros ya establecidos en la Norma E. 0 80: Adobe. Donde en el ensayo de compresión y tracción en unidades todas las muestras patrón y con adición lograron sobrepasar la resistencia ultima de 10.2kg/cm² en compresión y 0.81kg/cm² en tracción, para los ensayos en tracción diagonal en muretes también superó el mínimo propuesto de 0.25kg/cm², al contrario del ensayo a la resistencia a compresión en muretes (pilas) que no lograron superar el mínimo propuesto de 6.12kg/cm².
- El análisis económico para un muro por m² en las muestras convencionales fue de S/. 69.32 y en las muestras reforzadas con 0.5% de fibra de musa paradisiaca y 25% de mucílago de café fue de S/. 70.12. Considerándose un pequeño incremento en el costo del 1.15%.
- Después de realizar los ensayos de laboratorio en muestras patrón y unidades de tierra reforzadas con residuos naturales como las fibras de pseudotallo de Musa Paradisiaca con valores de 0.5%, 3.5% y 7% en relación con el peso de cada unidad y mucílago de café al 25% en sustitución del agua se da por concluido que la incorporación de residuos naturales, como fibra de pseudotallo de Musa Paradisiaca y mucílago de café, en unidades de adobe permite mejorar sus propiedades mecánicas con un ligero incremento económico. Además, el uso de fibras y mucílagos en la construcción contribuye a reducir el impacto ambiental, lo que la convierte en una opción viable para abordar los problemas habitacionales en zonas con recursos limitados.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere seguir impulsando nuevas investigaciones que reanuden con el aprovechamiento las unidades de tierra como una alternativa sostenible para la edificación de viviendas asequibles.
- Es importante tener en cuenta que esta propuesta beneficia al medio ambiente al reutilizar el pseudotallo de *Musa paradisiaca* en fibras y el mucílago del café, que de otro modo serían arrojados como residuos. Al utilizar estos materiales, se logra reducir el impacto que causan. Adicionalmente, al participar en la construcción de viviendas de adobe, se está abordando una gran parte de los problemas en las áreas rurales.
- Es recomendable utilizar moldes o gaberías adecuadas, o bien, de un material liso para que los adobes no presenten desigualdades ni tengan una variación dimensional excesiva.
- Se recomienda realizar las muestras en una superficie plana y uniforme para evitar deformaciones en las unidades de adobes.
- Se aconseja al momento de realizar ensayos de resistencia a la compresión en pilas y tracción indirecta en muretes determinar los módulos de elasticidad, corte y Poisson.

REFERENCIAS

- [1] D. R. Klees y M. B. Natalini , «Fabricación de Componentes Modulares para la Construcción de Viviendas de Bajo Costo Utilizando Suelo-Cemento,» Republica de Argentina.
- [2] Gobierno Regional de Lambayeque, «La Gerencia Regional de Comercio Exterior y Turismo - GERCETUR,» [En línea]. Available: <https://www.regionlambayeque.gob.pe/web/noticia/detalle/1376?pass=MTMwNA==>. [Último acceso: mayo 2022].
- [3] «Library,» 2022, [En línea]. Available: <https://1library.co/article/caracter%C3%ADsticas-de-las-construcciones-de-tapial.ynew0p1y>. [Último acceso: Mayo 2022].
- [4] INEI, «Instituto Nacional de Estadística e Informática,» [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/>. [Último acceso: 15 Mayo 2022].
- [5] D. Jimenez, «Chiapas Paralelo es otra versión,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3Ot4AUa>.
- [6] I. Hernandez, «Block de adobe con fibra de plátano aplicado al proyecto Centro de rehabilitación en el Palenque Chiapas,» México, 2016.
- [7] L. S. Rodríguez, «Adobe bricks with sugarcane molasses and gypsum to enhance compressive strength in the city Cogua, Colombia,» *Revista de la construcción*, vol. 19, nº 3, pp. 358-365, 2020.
- [8] M. R. Fernandez Honorio y L. D. Flores Felix, «Comportamiento físico mecánico en muros de albañilería de adobe con fibras de hoja de piña - pseudotallo de plátano, Cajamarca –2021,» Lima - Perú, 2021.
- [9] V. Benites, «ADOBE ESTABILIZADO CON EXTRACTO DE CABUYA (FURCRAEA ANDINA),» Piura - Perú, 2017.
- [10] L. A. Nieto Palomino y E. F. Tello Perez, «Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú,» Lima, Perú, 2019.

- [11] M. Olano Vásquez y A. F. Cansino Olivera , «Incorporación del mucílago de café para elevar la resistencia a la compresión del adobe convencional en Jaén 2021,» Moyobamba - Perú, 2021.
- [12] M. S. Valera Garatea, «MEJORAMIENTO DEL ADOBE EN SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS AGREGÁNDOLE FIBRA DE VIRUTA EN SU COMPOSICIÓN,» Chiclayo, 2019.
- [13] R. N. d. Edificaciones, Norma E. 080 Diseño y construcción con tierra reforzada., Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO, 2020.
- [14] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «MANUAL DE LA CONSTRUCCIÓN,» *Edificaciones Antisísmicas de adobe*, 2010.
- [15] C. Rodríguez , G. Cayón y J. Mira , «Influencia del seudotallo de la planta madre cosechada sobre el crecimiento y producción del hijo de sucesión en banano (Musa AAA Simmonds),» *Agronomía Colombiana*, vol. 24, nº 2, pp. 274-279, 2006.
- [16] D. Villa, M. A. Osorio y M. Y. Villacis, «Extracción, propiedades y beneficios de los mucílagos,» *Dominio de las ciencias*, vol. 6, nº 2, pp. 503-524, Abr-jun 2020.
- [17] C. D. Guzman, «Estandarización de producción de bio-etanol a base de mucilago de café en la planta de biocombustibles del tecnoparque yamgoro del sena pitalito huila,» Pitalito, 2014.
- [18] Plataforma digital única del Estado Peruano, «Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento,» 2021 Nov 4. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3y1RvvJ>.
- [19] MINAGRI, «Normas Técnicas Peruanas,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3QvmN55>.
- [20] A. Torre, «Seminario de promoción de la normatividad para el diseño y construcción de edificaciones seguras,» [En línea]. Available: <http://www.vivienda.gob.pe> . [Último acceso: Junio 2022].
- [21] I. Olubisi y . D. Humphrey, «Physico-mechanical and thermal gravimetric analysis of adobe masonry units reinforced with plantain pseudo-stem fibres for sustainable construction,» *Construction and Building Materials*, vol. Volume 273, 2021.
- [22] D. Abessolo, A. E. Biwole, D. Fokwa, B. Ganou Koungang y Y. B. Baah, «Physical, Mechanical and Hygroscopic Behaviour of Compressed Earth Blocks Stabilized with

- Cement and Reinforced with Bamboo Fibres,» *International Journal of Engineering Research in Africa*, vol. 59, pp. 29-41, 2022.
- [23] A. Eslami, H. Mohammadi y H. Mirabi Banadaki, «Palm fiber as a natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks,» *Construction and Building Materials*, vol. 325, n° 126808, 2022.
- [24] Gul Ahmed Jokhio, Fatehi Mansoor Saad y Yasmeeen Gul, «Uniaxial compression and tensile splitting tests on adobe with embedded steel wire reinforcement,» *Construction and Building Material*, vol. 176, n° ISSN 0950-0618, pp. 383-393, 2018.
- [25] Javier Nakamatsu, Suyeon Kim, Jorge Ayarza, Eduardo Ramírez, Mariela Elgegren y Rafael Aguilar, «Eco-friendly modification of earthen construction with carrageenan: Water durability and mechanical assessment,» *Construction and Building Materials*, vol. 139, n° 0950-0618, pp. 193-202, 2017.
- [26] I. Kafodya, F. Okonta y P. Kloukinas, «Role of fiber inclusion in adobe masonry construction,» *Journal of Building Engineering*, vol. 26, n° 100904, 2019.
- [27] D. L. QUINTANA CHOQUELUQUE y M. O. VERA SALIZAR, «Evaluación de la Erosión y la Resistencia a Compresión de Adobe con Sustitución parcial y total de Agua en Peso por Mucílago de Tuna,» Cusco, 2017.
- [28] . G. D. Sandoval Alvarado, «Evaluación De La Erosión Y La Resistencia Del Adobe Adicionado Con Cenizas De Carbón Y Cal,» Chiclayo, 2021.
- [29] M. H. Portuguez Vinces y . C. T. Bryan Anthonny, «Influencia De La Fibra De Lana De Oveja En Las Unidades De Adobe Para Mejorar Las Propiedades Mecánicas De La Mampostería,» Lima, 2020.
- [30] . C. D. Díaz Ramírez y V. E. Puyen Lamas, «Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre y mucílago de cactus de san pedro,» Chiclayo, 2019.
- [31] E. Abolfazl , . M. Hosein y B. Hosein Mirabi , «Palm fiber as a natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks,» *Construction and Building Materials*, vol. 325, March 2022.

DECLARACIÓN JURADA

Yo, **GLADIBETH CAMACHO DÍAZ**, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 75588068, domiciliado en el distrito de Huarango, provincia de San Ignacio, Cajamarca, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis- Ciclo académico 2022-I DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado **ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO FIBRAS DE MUSA PARADISIACA Y MUCÍLAGO DE CAFÉ**, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

La verificación de la no duplicidad se realizó en la medida que se pudo por la coyuntura nacional debido al Covid19.

Chiclayo, 08 de julio del 2022



Gladibeth Camacho Díaz.

DNI: 75588068



Huella

Dactilar

ANEXOS

- Aceptación de solicitud por parte de la Asociación San Francisco Javier a proporcionar el mucílago de café.



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

San José de Lourdes, 13 de Junio de 2022

Srta:

Gladibeth Camacho Díaz

Reciba el cordial saludo.

El motivo de la presente es brindar respuesta a su requerimiento de fecha 06 de junio del 2022, mediante el cual solicita el subproducto mucílago de café. En relación con ello, debemos contestar que su solicitud puede ser atendida por tener fines netamente educativos y de investigación.

No siendo más, quedamos a su disposición y esperamos su pronta respuesta.

Atentamente:

ASOCIACION DE CAFETALEROS ECOLOGICOS
 "SAN FRANCISCO JAVIER"
 CAS/ GRAMALOTES

Camacho Zaquinaula Milton ▲
 PRESIDENTE - DNI: 70828526

Milton Alberto Camacho Zaquinaula
Presidente.

correo: camacho_a25@hotmail.com
 celular: 981911526 -948162257

Ilustración 91 Carta de aceptación de requerimiento de Mucílago de café

Fuente: Asociación San Francisco Javier

- Fotografías de los cultivos de *Musa Paradisiaca*.



Ilustración 92 Planta de Musa paradisiaca

Fuente: Agricultor.



Ilustración 93 Fincas de cultivo de plátano

Fuente: Agricultor.



Ilustración 94 Corte del Pseudotallo posterior a la cosecha

Fuente: Agricultor.

- Fotografías de los cultivos de café.

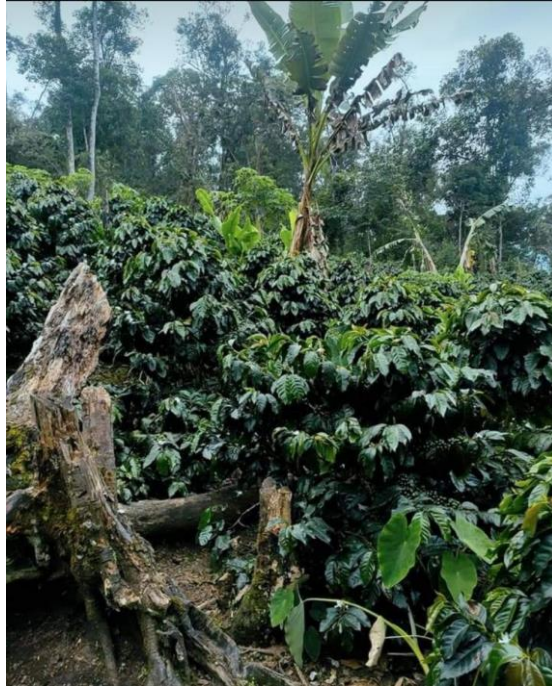


Ilustración 95 Finca del cultivo de café

Fuente: Asociación San Francisco Javier



Ilustración 96 Fruto maduro del café

Fuente: Asociación San Francisco Javier

▪ Resultados de laboratorio.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y muclago de café
Ubicación : Motupillo, Pltípo, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : Prueba "Cinta de barro"

REFERENCIA : Pruebas In situ - NORMA E.080

Calicata : N°1

Muestra N°	Descripción de la unidad	ROTURA (mm) (r)	CLASIFICACIÓN
01	M-1	24.30	Suelo muy arcilloso

OBSERVACIONES :

- Muestreo del suelo de la canera realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al muestras de un mismo lugar.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Estudio de la resistencia a la compresión y permeabilidad en unidades de albañilería de tierra reforzada con estiércol de Equus asinus y estearato de calcio
 Ubicación : Motupillo, Pítipa, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : Prueba "Presencia de arcilla" o "Resistencia seca"

REFERENCIA : Pruebas In situ - NORMA E.080

Calicata : N°1

Muestra N°	Descripción de la bolita	ROTURA	CLASIFICACIÓN
01	B-1	NO	Tiene arcilla
02	B-2	NO	Tiene arcilla
03	B-3	NO	Tiene arcilla
04	B-4	NO	Tiene arcilla

OBSERVACIONES :

- Muestreo del suelo de la canera realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos corresponden a muestras de un mismo lugar secadas por 48 horas.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



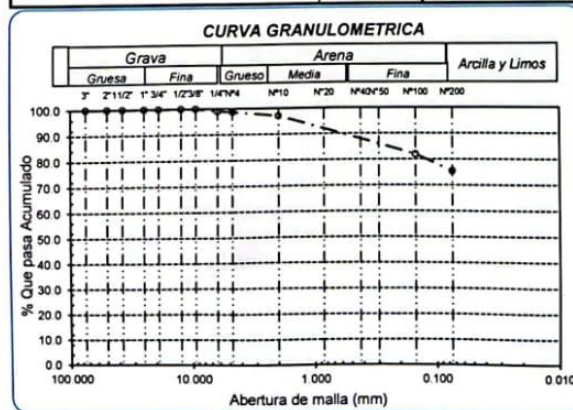
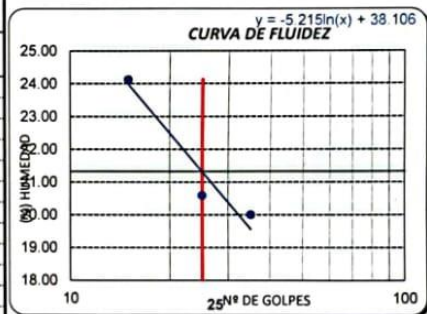
Tesista : GLADIBETH CAMACHO DIAZ
 Escuela : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Proyecto : ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE TIERRA
 : REFORZADA ADICIONANDO FIBRAS DE MUSA PARADISIACA Y MUÇILAGO DE CAFÉ
 Lugar : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - C-1 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 1.00m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	1.0	99.0
N° 4	4.750	1.3	98.7
N° 10	2.000	2.9	97.1
N° 20	0.850	4.3	95.7
N° 50	0.300	11.7	88.3
N° 100	0.150	18.1	81.9
N° 200	0.075	24.6	75.4

Distribución granulométrico		Ensayo de Límite de Atterberg	
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL)
	G. F %	1.3	Límite Plástico (LP)
	A.G %	1.6	Índice Plástico (IP)
% Arena	A.M %	6.1	Clasificación (S.U.C.S.)
	A.F %	15.6	21.32 (%)
		23.3	15.96 (%)
% Arcilla y Limo		75.4	5.36 (%)
		75.4	CL-ML
Total		100.0	Descripción del suelo
			Arcilla limosa de baja plasticidad con arena
			Clasificación (AASHTO)
			A-4 (9)
			Descripción
			REGULAR





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucilago de café
 Ubicación : Motupillo, Plítip, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. Resistencia del material tierra a la compresión
 REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	93	760	8.1633
02	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	93	800	8.6022
03	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	97	730	7.5242
04	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	90	710	7.8679
05	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	93	940	10.0967
06	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	95	870	9.1521

Promedio	9.0036
----------	--------

NOTA:

- Ensayo realizado en unidades de tierra reforzada de 0.10m de arista
- Se promedian los 4 mejores resultados.
- F_b: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas el día 02/11/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pg. 02 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café
Ubicación : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. Resistencia del material tierra a la compresión
REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	92	1400	15.1926
02	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	95	1240	13.0444
03	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	96	2140	22.2917
04	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	97	920	9.4826
05	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	94	1900	20.2020
06	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	94	1580	16.8085

Promedio	18.6237
----------	----------------

NOTA:

- Ensayo realizado en unidades de tierra reforzada de 0.10m de arista
- Se promedian los 4 mejores resultados.
- F_b: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas el día 10/11/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



13 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café
 Ubicación : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. Resistencia del material tierra a la compresión
 REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Unidad de tierra reforzada + 3.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucílago de café	95	2170	22.8325
02	Unidad de tierra reforzada + 3.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucílago de café	93	1880	20.1890
03	Unidad de tierra reforzada + 3.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucílago de café	92	1580	17.1460
04	Unidad de tierra reforzada + 3.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucílago de café	91	1770	19.4079
05	Unidad de tierra reforzada + 3.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucílago de café	97	2250	23.1959
06	Unidad de tierra reforzada + 3.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucílago de café	95	1630	17.1471

Promedio	21.4063
----------	---------

NOTA:

- Ensayo realizado en unidades de tierra reforzada de 0.10m de arista
- Se promedian los 4 mejores resultados.
- F_b: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas el día 10/11/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café
Ubicación : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. Resistencia del material tierra a la compresión
REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	93	1020	10.9536
02	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	93	1370	14.7122
03	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	91	1370	15.0219
04	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	93	1090	11.7053
05	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	95	1560	16.4107
06	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	95	1550	16.3055

Promedio	15.6126
----------	---------

NOTA:

- Ensayo realizado en unidades de tierra reforzada de 0.10m de arista
- Se promedian los 4 mejores resultados.
- F_b: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas el día 10/11/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucilago de café
Ubicación : Motupillo, Píllipo, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA Resistencia del material tierra a la tracción
REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	622	980	1.5755
02	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	670	840	1.2544
03	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	665	760	1.1434
04	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	658	960	1.4600
05	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	629	940	1.4949
06	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisíaca + 0% de mucilago de café	688	850	1.2357

Promedio	1.4462
----------	--------

NOTA:

- Ensayo realizado en unidades de tierra reforzada de 6"X12"
- Se promedian los 4 mejores resultados.
- F_b: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas el día 02/11/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 02 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café
 Ubicación : Motupillo, Pitipo, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. Resistencia del material tierra a la tracción
 REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	676	1270	1.8778
02	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	681	1060	1.5567
03	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	676	1220	1.8041
04	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	642	1260	1.9614
05	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	651	1400	2.1507
06	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	638	1030	1.6151

Promedio	1.9485
----------	--------

NOTA:

- Ensayo realizado en unidades de tierra reforzada de 6"X12"
- Se promedian los 4 mejores resultados.
- F_b: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas el día 10/11/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 04 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café
 Ubicación : Motupillo, Pitipo, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. Resistencia del material tierra a la tracción
 REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	664	1050	1.5810
02	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	709	1270	1.7913
03	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	711	1310	1.8434
04	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	673	1260	1.8724
05	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	681	1340	1.9687
06	Unidad de tierra reforzada + 7% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	702	1220	1.7370

Promedio	1.8690
----------	--------

NOTA:

- Ensayo realizado en unidades de tierra reforzada de 6"X12"
- Se promedian los 4 mejores resultados.
- F_b: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas el día 10/11/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisiaca y mucilago de café
 Ubicación : Motupillo, Pitipo, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra control: 0% de fibras de Musa paradisiaca y 0% de mucilago de café	11470	11620	-1.3
02	Muestra control: 0% de fibras de Musa paradisiaca y 0% de mucilago de café	12330	12490	-1.3
03	Muestra control: 0% de fibras de Musa paradisiaca y 0% de mucilago de café	11850	12000	-1.3
04	Muestra control: 0% de fibras de Musa paradisiaca y 0% de mucilago de café	11710	11840	-1.1

Promedio	-1.2
----------	------

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 1 MIN DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- La disminución de la masa de los especímenes en estado saturado se debe a la erosión del agua.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 02 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisiaca y mucilago de café
Ubicación : Motupillo, Pitipo, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra control: 0.5% de fibras de Musa paradisiaca y 25% de mucilago de café	13190	13240	-0.4
02	Muestra control: 0.5% de fibras de Musa paradisiaca y 25% de mucilago de café	12720	12710	0.1
03	Muestra control: 0.5% de fibras de Musa paradisiaca y 25% de mucilago de café	12120	12100	0.2
04	Muestra control: 0.5% de fibras de Musa paradisiaca y 25% de mucilago de café	12230	12200	0.2

Promedio	0.0
----------	-----

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 1 MIN DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 03 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucilago de café
Ubicación : Motupillo, Pitipo, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra control: 3.5% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de mucilago de café	11250	11180	0.6
02	Muestra control: 3.5% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de mucilago de café	11510	11420	0.8
03	Muestra control: 3.5% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de mucilago de café	11190	11100	0.8
04	Muestra control: 3.5% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de mucilago de café	12150	12050	0.8

Promedio	0.8
----------	-----

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 1 MIN DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.
G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.
A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 04 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y muclago de café
Ubicación : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra control: 7% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de muclago de café	11130	11040	0.8
02	Muestra control: 7% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de muclago de café	12490	12380	0.9
03	Muestra control: 7% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de muclago de café	11350	11240	1.0
04	Muestra control: 7% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de muclago de café	11210	11100	1.0

Promedio	0.9
----------	-----

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 1 MIN DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café
Ubicación : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: ARTESANAL

Muestra N°	Descripción de la unidad	DIÁMETRO (mm) (d)	ALTO (mm) (h)
01	Muestra control: 0% de fibras de Musa paradisíaca y 0% de mucílago de café	150.00	264.00
02		145.00	294.00
03		142.00	298.00
04		140.00	299.00
05		144.00	278.00
06		151.00	290.00
PROMEDIO		145.33	287.17
VARIACIÓN (%)		-4.17%	-3.00%
C.V.		2.74%	4.34%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 06 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 02 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café
Ubicación : Motupillo, Pitipo, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: ARTESANAL

Muestra N°	Descripción de la unidad	DIÁMETRO (mm) (d)	ALTO (mm) (h)
01	Muestra control: 0.5% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de mucílago de café	144.00	299.00
02		150.00	289.00
03		150.00	287.00
04		144.00	284.00
05		140.00	296.00
06		140.00	290.00
	PROMEDIO	144.67	290.83
	VARIACIÓN (%)	1.70%	1.14%
	C.V.	2.84%	1.77%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 06 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 03 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y muclago de café
 Ubicación : Motupillo, Pítipo, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.813 : 2005

Fabricante: ARTESANAL

Muestra N°	Descripción de la unidad	DIÁMETRO (mm) (d)	ALTO (mm) (h)
01	Muestra control: 3.5% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de muclago de café	150.00	270.00
02		149.00	264.00
03		150.00	275.00
04		151.00	260.00
05		150.00	278.00
06		148.00	285.00
PROMEDIO		149.67	272.00
VARIACIÓN (%)		-2.33%	-4.00%
C.V.		0.63%	3.10%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 06 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 04 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucilago de café
Ubicación : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: ARTESANAL

Muestra N°	Descripción de la unidad	DIÁMETRO (mm) (d)	ALTO (mm) (h)
01	Muestra control: 7% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de mucilago de café	151.00	280.00
02		153.00	295.00
03		156.00	290.00
04		153.00	280.00
05		157.00	276.00
06		158.00	283.00
PROMEDIO		154.67	284.00
VARIACIÓN (%)		-3.67%	-2.33%
C.V.		1.61%	2.29%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 06 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café
 Ubicación : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: ARTESANAL

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Muestra control: 0% de fibras de Musa paradisíaca y 0% de mucílago de café	98.00	95.00	96.00
02		100.00	93.00	98.00
03		99.00	98.00	96.00
04		94.00	96.00	96.00
05		98.00	95.00	96.00
06		97.00	98.00	100.00
PROMEDIO		97.67	95.83	97.00
VARIACIÓN (%)		-2.33%	-4.17%	-3.00%
C.V.		1.93%	1.85%	1.57%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 06 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 02 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucilago de café
Ubicación : Motupillo, Pítipo, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399 813 : 2005

Fabricante: ARTESANAL

Muestra Nº	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Muestra control: 0.5% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de mucilago de café	97.00	95.00	95.00
02		98.00	97.00	98.00
03		100.00	96.00	98.00
04		98.00	99.00	98.00
05		99.00	95.00	97.00
06		100.00	94.00	98.00
PROMEDIO		98.67	96.00	97.33
VARIACIÓN (%)		-1.33%	-4.00%	-2.67%
C.V.		1.12%	1.70%	1.14%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 06 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 03 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucilago de café
 Ubicación : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: ARTESANAL

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Muestra control: 3.5% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de mucilago de café	96.00	99.00	96.00
02		97.00	96.00	96.00
03		95.00	97.00	97.00
04		95.00	96.00	95.00
05		97.00	100.00	96.00
06		97.00	98.00	96.00
PROMEDIO		96.17	97.67	96.00
VARIACIÓN (%)		-3.83%	-2.33%	-4.00%
C.V.		0.93%	1.53%	0.60%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 06 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág 04 de 04)

Tesista : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucílago de café
 Ubicación : Motupillo, Pítipa, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 14 de noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: **ARTESANAL**

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Muestra control: 7% de fibras de Musa paradisíaca y 25% de mucílago de café	96.00	97.00	99.00
02		97.00	96.00	98.00
03		96.00	95.00	98.00
04		97.00	96.00	97.00
05		98.00	97.00	98.00
06		98.00	97.00	96.00
PROMEDIO		97.00	96.33	97.67
VARIACIÓN (%)		-3.00%	-3.67%	-2.33%
C.V.		0.84%	0.77%	0.97%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 06 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : CAMACHO DIAZ GLADIBETH
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y muclago de café
 Ubicación : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 26 de octubre del 2023

ENSAYO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. Resistencia a la compresión del murete
 REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'm (kg/cm ²)
01	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisica + 0% de muclago de café	122	580	2,3841
02	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisica + 0% de muclago de café	122	773	3,1560
03	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisica + 0% de muclago de café	119	842	3,5287
04	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisica + 0% de muclago de café	129	808	3,1370
05	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisica + 0% de muclago de café	123	894	3,6250
06	Unidad de tierra reforzada + 0% de fibras de Musa paradisica + 0% de muclago de café	123	764	3,0996

Promedio	3,3617
----------	--------

NOTA:

- Ensayo realizado en muretes de tierra reforzada de relación h/a=3
- Se promedian los 4 mejores resultados.
- F'm Resistencia del murete a la compresión.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de muretes de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas el día 26/10/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



[Firma manuscrita]
 RIVADENEYRA Jblitas Henis
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : CAMACHO DIAZ GLADIBETH
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y muclago de café
Ubicación : Motupillo, Pítipu, Ferreñafe, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 26 de octubre del 2023

ENSAYO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. Resistencia a la compresión del murete
REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'm (kg/cm ²)
01	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de muclago de café	122	811	3,3124
02	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de muclago de café	121	1134	4,6919
03	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de muclago de café	122	953	3,9150
04	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de muclago de café	121	980	4,0525
05	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de muclago de café	118	926	3,9291
06	Unidad de tierra reforzada + 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de muclago de café	117	1058	4,5226

Promedio	4,2990
----------	--------

NOTA:

- Ensayo realizado en muretes de tierra reforzada de relación h/a=3
- Se promedian los 4 mejores resultados.
- F'm Resistencia del murete a la compresión.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de muretes de tierra reforzada realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas el día 26/10/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



Rivind...
Rivind... blitas Henr...
TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo : 2610A-23/ LEMS W&C
 Solicitante : CAMACHO DÍAZ GLADIBETH
 Proyecto / Obra : ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO FIBRAS DE MUSA PARADISIÁCA Y MUCÍLAGO DE CAFÉ
 Ubicación : Disto. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Jueves, 26 de octubre del 2023.
 Fecha de ensayo : Jueves, 26 de octubre del 2023.
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura / espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²
01	Murete muestra patrón	19/10/2023	26/10/2023	7	12.0	60.6	59.6	726.600	5.0	410	0.28
02	Murete adicionado con 0.5% de fibras de Musa paradisíaca + 25% de mucílago de café	19/10/2023	26/10/2023	7	12.0	60.5	60.5	722.676	5.1	434	0.30

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246864



Rivaldo y Jolitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo : 2610A-23/ LEMS W&C
 Solicitante : CAMACHO DIAZ GLADIBETH
 Proyecto / Obra : ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO FIBRAS DE MUSA PARADISÍACA Y MUCÍLAGO DE CAFÉ
 Ubicación : Disto. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Jueves, 26 de octubre del 2023.
 Inicio de ensayo : Jueves, 16 de noviembre del 2023
 Fin de ensayo : Jueves, 16 de noviembre del 2023
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura / espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²
01	Murete muestra patrón	19/10/2023	16/11/2023	28	12.3	60.0	60.0	735.000	4.9	860.0	0.58
02	Murete muestra patrón	19/10/2023	16/11/2023	28	12.0	61.0	59.5	732.924	5.0	948.0	0.65
03	Murete muestra patrón	19/10/2023	16/11/2023	28	12.2	60.3	60.5	732.038	5.0	836.0	0.57
04	Murete muestra patrón	19/10/2023	16/11/2023	28	12.3	60.7	60.5	742.963	4.9	822.0	0.55
05	Murete muestra patrón	19/10/2023	16/11/2023	28	12.3	61.0	60.6	746.944	4.9	844.0	0.56
06	Murete adicionado con 0.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucilago de café	19/10/2023	16/11/2023	28	11.6	61.0	60.2	703.973	5.2	978.0	0.69
07	Murete adicionado con 0.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucilago de café	19/10/2023	16/11/2023	28	12.3	60.0	59.5	735.306	4.9	956.0	0.65
08	Murete adicionado con 0.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucilago de café	19/10/2023	16/11/2023	28	12.2	60.5	59.3	734.468	4.9	868.0	0.59
09	Murete adicionado con 0.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucilago de café	19/10/2023	16/11/2023	28	12.5	60.5	59.6	757.136	4.8	916.0	0.60
10	Murete adicionado con 0.5% de fibras de Musa paradisica + 25% de mucilago de café	19/10/2023	16/11/2023	28	12.0	60.0	60.0	716.701	5.0	1012.0	0.71

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 27 de octubre del 2023

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

**Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

AUTORIZA: Permiso para recojo de Información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado “Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucilago de café”.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** a la estudiante Gladibeth Camacho Díaz identificado con DNI N° 75588068 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado “Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisíaca y mucilago de café” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta. NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada (12)

Atentamente.




LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL



Gladibeth Camacho Díaz
TÉCNICO DE LABORATORIO



USAT
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
TÉCNICO DE LABORATORIO



Prolongación Bolognesi Km. 3.6
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@rnp.com

PROYECTO DE TESIS: Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de musa paradisíaca y mucilago de café

TESISTA: Gladibeth Camacho Díaz

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FECHA DE PRESUPUESTO: Chiclayo, 27 de octubre del 2023

# DISEÑO							
Descripción	Patrón	Material reciclado				Sub Total	Precio Total
		EXPERIMENTAL					
	0%	D1	D2	D3			
ADOBE	1	1				2	2

ENSAYOS MECÁNICOS DE ALBAÑILERÍA									
Ensayos	Diseño	Cantidad de Ensayos				Total	Precio		Precio Total
							Unitario	Parcial	
f'c (kg/cm2)	-	7	14	28					
Edad (Días)									
Resistencia al corte: MURETES	2	1	1	4	12	40	480	480	
TOTAL =						12			

TOTAL = S/480.0
PRESUPUESTO_ENSAYOS = S/480.0

NOTA 1: EL LABORATORIO TRABAJA CON 50% DE PAGO ANTICIPADO
NOTA 2: Cuenta de Ahorros BCP 30515762659064, Wilson Arturo Olaya Aguilar



LEMS W&C EIRL.
[Signature]
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL

[Signature]
TÉCNICO DE LABORATORIO





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

<p>1. Expediente 1912-2023</p> <p>2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.</p> <p>3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE</p> <p>4. Equipo PRENSA DE MURETES</p> <p>Capacidad 20000 kgf</p> <p>Marca NO INDICA</p> <p>Modelo NO INDICA</p> <p>Número de Serie NO INDICA</p> <p>Procedencia PERÚ</p> <p>Identificación LF-057</p> <p>Indicación DIGITAL</p> <p>Marca HIGH WEIGHT</p> <p>Modelo 315A</p> <p>Número de Serie NO INDICA</p> <p>Resolución 10 kgf</p> <p>Ubicación NO INDICA</p> <p>5. Fecha de Calibración 2023-03-01</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST 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.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
--	--

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Rivadeneira Obilitas Henz
TÉCNICO DE LABORATORIO

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-005 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 093-23 (B)
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Rivarreyra Jblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón 508 - Comas - Lima - Lima
📧 ventas@perutest.com.pe
📞 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_1 (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.60 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Rivudo Mejía Cobitis Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📄 PERUTEST SAC



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 022-2023-II

FECHA: 27 de octubre 2023

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: GLADIBETH CAMACHO DÍAZ

TITULO DE LA TESIS: Análisis de propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada adicionando fibras de Musa paradisiaca y mucílago de café

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Limite líquido, limite plástico e Índice de plasticidad
- Resistencia de material de tierra a la compresión
- Resistencia de material de tierra a la tracción
- Porcentaje de absorción
- Variación dimensional en unidades de tierra
- Resistencia a la compresión de prisma de albañilería
- Resistencia del murete a compresión diagonal.

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Rivadeneyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental



Ilustración 1 MURETE N° 1



Ilustración 2 MURETE N° 2


RIVERA HENRY JBLITAS
TÉCNICO DE LABORATORIO

