

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



**Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal**

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

**AUTOR**

**Fernando Miguel Aldana Montenegro**

**ASESOR**

**Hector Augusto Gamarra Uceda**

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

**Chiclayo, 2023**

**Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de  
tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal**

PRESENTADA POR

**Fernando Miguel Aldana Montenegro**

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

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

Justo David Pedraza Franco

PRESIDENTE

Juan Merino Roncero

SECRETARIO

Hector Augusto Gamarra Uceda

VOCAL

## **Dedicatoria**

Esta investigación está dedicada a mi familia, mi madre porque es mi apoyo incondicional durante todo este proceso y por ser siempre el motor que guía mi vida, a mis hermanos por ser inspiración en lograr mis objetivos y a mi madrina que con su apoyo, consejos y ejemplo logró motivarme cada vez más por mi carrera profesional.

## **Agradecimientos**

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la capacidad y oportunidad de poder cursar la carrera universitaria y culminarla de la mejor manera, reconociendo en todo momento que todo es por su gracia y favor. A mi familia, que fueron durante todo este tiempo un apoyo incondicional para mí y para así lograr mis objetivos, mi madre, madrina y hermanos a los cuales les viviré siempre agradecido. Agradezco a mi asesor de tesis por brindarme sus recomendaciones y sabiduría con respecto al tema, para poder enfatizar y mejorar en determinadas partes de mi investigación, por brindar su tiempo y apoyo en todo lo que necesitaba. Agradecer a mis amigos, los cuales fueron de gran ayuda en todo este proceso, con los cuales se compartió varios momentos del proceso educativo y ayudaron hasta el último momento para poder culminar también con mi proyecto.

## INFORME TURNITIN DE TESIS II FINALIZADO

### INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="https://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
9	<a href="https://documents.mx">documents.mx</a> Fuente de Internet	1%

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>12</b>
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>40</b>
<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>67</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>94</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>96</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>97</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>100</b>

## Resumen

Esta investigación surge debido a la necesidad de abordar los problemas de resistencia de los adobes, para ello se propone estabilizarlos mediante adiciones de fibra de totora debido a sus propiedades impermeabilizantes, y cal. Con ello se fabricaron bloques con dimensiones de 25x12.5x9 cm, que contenían paja de 1 cm de longitud y se estabilizaron utilizando fibra de totora y cal en diferentes porcentajes (2%, 4%, 6% de totora y 5%, 10%, 15% de cal en diferentes combinaciones). Se llevaron a cabo diversos ensayos en campo para seleccionar la tierra adecuada para la fabricación de los bloques. Estos ensayos incluyeron pruebas de cinta de barro, resistencia seca, resistencia a la compresión en cubos de barro y tracción indirecta en probetas de barro. En el laboratorio, se realizaron pruebas para caracterizar la tierra, como el Proctor modificado, contenido de humedad, límites de Atterberg y granulometría. Los bloques se secaron durante 14 y 28 días antes de someterlos a ensayos de resistencia a la compresión, absorción, succión, resistencia a la compresión de pilas y muretes, módulo de rotura, variación dimensional, alabeo e inundación simulada. Para realizarlos, primero se buscó determinar la mejor dosificación de las combinaciones realizadas, esta se basó en los resultados de resistencia a la compresión, succión y absorción, los cuales abordaron los principales problemas de las unidades. Los resultados obtenidos indicaron que la combinación óptima resultó ser del 4% de totora y 5% de cal. Concluyendo que el adobe mejorado presentó una mayor resistencia y un menor porcentaje de succión y absorción en comparación con los convencionales.

**Palabras clave:** Fibra de Totora, Cal, Adobe, Resistencia a la compresión, Succión, Absorción, Estabilización.

## Abstract

This research emerges from the need to address the strength issues of adobe blocks. To achieve this, the blocks are proposed to be stabilized through the addition of totora fiber, known for its waterproofing properties, and lime. Blocks with dimensions of 25x12.5x9 cm were manufactured, incorporating 1 cm long straw, and stabilized using different percentages of totora fiber (2%, 4%, 6%) and lime (5%, 10%, 15%) in various combinations. Several field tests were conducted to select the appropriate soil for block manufacturing. These tests included mud tape, dry strength, compression strength on mud cubes, and indirect traction on mud specimens. In the laboratory, soil characterization tests such as modified Proctor, moisture content, Atterberg limits, and particle size analysis were performed. The blocks were dried for 14 and 28 days before undergoing tests for compression strength, absorption, suction, compression strength of stacks and walls, modulus of rupture, dimensional variation, and warping. To carry out these tests, the optimal dosage of the combinations was determined based on the results of compression strength, suction, absorption and simulated flood, which addressed the primary issues of the units. The findings indicated that the optimal combination was 4% totora fiber and 5% lime. In conclusion, the improved adobe exhibited higher strength and lower percentages of suction and absorption compared to conventional blocks.

**Keywords:** Totorá fiber, Lime, Adobe, Compressive strength, Suction, Absorption, Stabilization.

## Introducción

En el presente estudio de investigación titulado “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA PRENSADA ADICIONANDO FIBRA DE TOTORA Y CAL”, se realizará con fin de conocer la óptima incorporación de la fibra de Totora y Cal en la elaboración de las unidades de tierra comprimida sin modificar su composición fundamental, con ello se garantiza que continúe teniendo sus componentes básicos pero en un menor porcentaje, dicho porcentaje faltante será sustituido por la fibra de totora y cal.

Con el paso de los años un sector se fue potenciando de manera significativa, incrementando en el sentido que tuvo un auge y apogeo con forme pasaban los años, dicho sector es la construcción, el cual, trajo consigo un significativo desarrollo a los países que modificaban su infraestructura de manera moderna y para bien [1]. Con el transcurso del tiempo se fue innovando y teniendo nuevos procesos constructivos, de igual forma nuevos materiales de construcción, entre ellos, los convencionales, prefabricados, construcciones en seco como lo es el drywall, entre otros. Éstos nuevos materiales fueron reemplazando a otros que eran utilizados comúnmente en el pasado, pero, no los reemplazaron del todo. Teniendo así, entre los más sonados un material usado anteriormente que aún se mantiene vigente, El adobe.

Hace muchos años atrás en varias partes del planeta se realizaban construcciones en adobe, dichas construcciones tienen mucha antigüedad en ciudades considerables tales como Irán, Egipto, China, etc. En Perú también se da una muestra de ello en ruinas de las propias culturas que existen tales como La ciudadela de Chan Chan, la ciudad de Caral, Huaca de la Luna [2], entre otros.

Los bloques de tierra comprimidos como elemento de construcción no pudo ser reemplazado al 100% por los materiales constructivos actuales, en vista que tiene muchas propiedades, las cuales lo hace competente, como el tema del aislamiento acústico, también funciona como un aislante térmico, dichas propiedades también las cumplen los ladrillos, sin embargo las unidades de tierra comprimida son de un costo menor por su misma composición (tierra, fibra vegetal (paja), arcilla y agua, cada una en proporciones determinadas), los materiales que componen el adobe son fáciles de conseguir y además de ello se encuentran en grandes cantidades, generando así que el adobe sea un elemento constructivo atractivo para la construcción en determinados sectores y ciudades del mundo [3].

Sin embargo, por el componente que prevalece en su fabricación (tierra), los adobes tienen problemas muy frecuentes analizados en su vida útil, tales como la absorción de agua, cada que

existen precipitaciones de lluvia, genera que la tierra absorba en gran medida el agua con la que tiene contacto y ello debilita sus propiedades, también se enfrenta a los interperísmos del ambiente, como los vientos y sismos que traen consigo situaciones poco favorables para las edificaciones en adobe [4].

El problema en mención tiene mucha influencia en las construcciones con unidades de adobe hasta la actualidad en varios países del globo, los cuales estudian los adobes para tratar de disminuir su absorción de agua de diversas maneras y mejorar su comportamiento ante eventos naturales. Por ello, en Guanajuato, México se realizó un inventario de unidades de tierra comprimida para con ello conocer qué tipo de material puede trabajar de manera óptima con los componentes del adobe, en construcciones específicas como lo fueron diversas haciendas del lugar en análisis (ver anexo N°01), aplicando criterios y métodos como la geolocalización para estudiar a los adobes y ver que situaciones los llevan al fallo y por qué motivos, tomando muestras superiores a las 50 unidades por hacienda, analizando sus reacciones ante la presencia de agua y llegando a la conclusión que el adobe es un material higrófilo, es decir, absorbe mucha agua incluso la humedad atmosférica y con ello pierde su resistencia a los esfuerzos [4].

En Perú, país donde residimos, las edificaciones construidas con adobe tienden a sufrir un grado más de complicaciones porque se observa un incremento de pérdida en las propiedades de los adobes, por motivo de la cambiante condición ambiental y las precipitaciones que comúnmente se presentan en las serranías del país donde abundan las construcciones con adobe. Según un reporte del compendio estadístico del INDECI 2020 nos brinda la información relacionada a los perjudicados por las fuertes precipitaciones de lluvias a nivel nacional, con un total de 4 295 840 personas quedan afectadas y damnificadas por las fuertes lluvias (ver anexo 01) que se dan en el país, conforman el 29% en comparación con los demás fenómenos ocurridos. Dichas precipitaciones se ven acentuadas en vista que Perú cuenta con climas y formas geológicas que contribuyen a estos sucesos tales como La corriente Oceánica de Humboldt, El Antártico del Pacífico Sur, La Cordillera de los Andes y La corriente del Niño. Teniendo como dato ello, se muestra la preocupación en los efectos que dichos fenómenos generan en las construcciones de adobe, ya que aumenta su vulnerabilidad ante el contacto con agua que derivan de las lluvias, se dan en aprox. 22 603 eventos anuales (ver anexo N°01) [5].

Dichas cifras de fenómenos ocurridos generan mayor repercusión en las edificaciones elaboradas con bloques de adobe, este proyecto si tendrá una influencia considerativa en vista a la cantidad de edificaciones a nivel nacional que son realizadas con adobe. Es así que guiándonos de los datos brindados por el Censo Nacional ejecutado en el año 2017, dirigido por el INEI, se da a conocer que un total de 78 257 representando el 27.9% de viviendas en

Perú son realizadas con adobe en zonas urbanas y en los ámbitos rurales cuenta con 43 262 del total de viviendas (ver anexo N°02 y N°03) [6].

A nivel local en Lambayeque también se muestran las cifras de la cantidad de viviendas según el material de las paredes. Según el último censo realizado en Lambayeque, se puede observar que de acuerdo al tipo de materiales de los muros de las viviendas a nivel provincial (Lambayeque), existirá un número considerable de viviendas donde su material principal en los muros es de adobe y tapia (ver anexo N°04).

Con esta investigación daremos a conocer cuáles son los comportamientos del adobe ante diversos ensayos de laboratorio, pero añadiendo Fibra de Totorá y Cal que mejorará las propiedades de este elemento constructivo y por ende reduciremos una de sus problemáticas principales que es la absorción de agua, teniendo los resultados esperados esta investigación servirá para todos los pobladores que deseen realizar construcciones con este material.

En base a ello nos cuestionamos lo siguiente: ¿En qué medida influye la Fibra de Totorá y cal junto con el prensado en las propiedades físicas y mecánicas del adobe?

Planteada la pregunta se considera conveniente presentar la justificación para abordar esta investigación, y es que a nivel teórico se demostrará que con el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe prensado con adición de fibra de totora y cal permitirá solucionar los problemas de absorción de agua, humedad atmosférica, aumentar su resistencia a tracción y compresión, entre otros, y a su vez cumplir a cabalidad con la Norma Técnica de Edificaciones NTE E.0.80 ADOBE. Los resultados de la presente investigación podrán sistematizarse en una propuesta para ser incorporado en las diferentes construcciones de adobe en las diferentes partes del Perú y del mundo.

A nivel cultural se propone y demuestra que, al añadirle fibra de totora y cal al adobe en porcentajes específicos, mejorará sus propiedades y con ello se estabilizará para traer consigo edificaciones con mayor durabilidad, esto servirá también para un posible mantenimiento a las grandes culturas del Perú, mencionadas ya anteriormente, con ello contribuye esta investigación a dar un mayor valor a la historia y cultura del Perú y el mundo.

A nivel técnico, la investigación en cuestión da a conocer la correcta incorporación de los materiales como la fibra de Totorá y cal en la elaboración de adobes, planteando una alternativa para el proceso de fabricación de adobe que normalmente lleva adicionado otros componentes, en este caso se reemplazará la paja por fibra de totora y se le añade cal en porcentajes determinados.

Finalmente a nivel social se parte del hecho que las construcciones en adobe son más económicas y por ende se realiza por familias o personas que no cuentan con un poder

adquisitivo significativo, es por ello que esta investigación favorece a 27.9% de la población nacional y a con la óptima utilización de fibra de Totora y cal la cual contribuye en mejorar las propiedades de los adobes prensados para que con ello se puedan realizar mejores edificaciones con los mismos, en vista que las actuales se encuentran desgastadas porque en su mayoría fueron construidos con adobes convencionales.

Con ello se planteó además el objetivo general de la investigación, siendo este:

- Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del adobe prensado con adición de fibra de totora y cal.

Del mismo modo y para poder lograr alcanzar dicho objetivo, se plantearon los objetivos específicos enunciados a continuación:

- Identificar las propiedades mecánicas de los bloques de adobe estabilizados y de aquellos sin adiciones, en función a su módulo de rotura y resistencia frente a la compresión.
- Elaborar los ensayos a los adobes prensados con fibra de totora al 2%, 4% y 6% y cal al 5%, 10% y 15% respectivamente para determinar las propiedades físicas del adobe en función de los ensayos de absorción, succión, variación dimensional y alabeo.
- Comparar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe tradicional y las unidades de adobe prensado adicionando fibra de totora y cal.
- Determinar el porcentaje óptimo de la fibra de totora y cal para el suelo utilizado en la elaboración de los bloques de adobe en razón de los porcentajes especificados.
- Realizar la comparación de costos y determinar la factibilidad del uso de las adiciones en la estabilización de bloques de adobe.
- Realizar la descripción del proceso constructivo del murete y la elaboración de la tierra reforzada prensada con adición de fibra de totora y cal.

## Revisión de literatura

### *Antecedentes*

ARTÍCULO CIENTÍFICO: EXPERIMENTAL CHARACTERISATION OF ADOBE BRICKS STABILISED WITH RICE HUSK AND LIME FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION.

Universidad de South Bank de Londres [7], dan a conocer la realidad que afrontan muchos países a nivel mundial, la pobreza. Al mencionar que no todas las personas tienen la posibilidad de contar con el suficiente poder adquisitivo y menos en el sentido de construir de forma más segura, con estructuras de concreto y unidades de albañilería. Dichas personas tienden a construir su vivienda con unidades de adobe las cuales son significativamente menos costosas que otros materiales por ello la elección, pero además de ello, realizan sus construcciones de forma empírica y no con asesoría profesional. Todo ello es una preocupación latente en vista que aparte de los malos procesos constructivos, se le aumenta la no tan buena reacción de las estructuras construidas en adobe ante los embustes de los eventos naturales como movimientos telúricos o precipitaciones de lluvias e inundaciones. Es por esto que surge la investigación de agregarle cascara de arroz y cal para generar construcciones más sostenibles. Por ende, se realizaron probetas de adobe agregándoles 15% y 20% de cáscara de arroz y cal, para tener así un muestreo con diferentes porcentajes a ver cómo reacciona ante los ensayos de absorción, tracción y erosión. Los resultados obtenidos son aceptables para ser considerado éste un material sostenible en vista que reutiliza la cascarilla que comúnmente sería un desperdicio y así mismo mejora su resistencia a compresión en un 62% y a tracción en un 67% por los resultados muestra que tiene resultados en aumento lineal significativos.

ARTÍCULO CIENTÍFICO: CONTRIBUTION TO STUDY OF INFLUENCE OF DIFFERENT ADDITIONS ON THERMO-MECHANICAL PROPERTIES OF ADOBE BASED ON EL HADJIRA CLAY.

University Kasdi Merbah Ouargla, Ouargla30000, Argelia [8], en Argelia se presenta una latente problemática visualizada especialmente en las zonas rurales, las personas que radican ahí no cuentan con las edificaciones adecuadas para poder pernoctar y sobre todo no cuentan con la economía para así llevar a cabo edificaciones de mayor envergadura, por ende se da la alternativa realizar viviendas a base de unidades de tierra comprimida para dichos moradores,

sin embargo también propusieron realizar dichas construcciones pero con adobes más resistentes y es por ello que toman en cuenta realizar experimentaciones añadiéndole arcilla de El Hadjira y con ello garantizar una más rápida elaboración y mejorar sus propiedades termo mecánicas. Consideraron así agregarle dicha arcilla para mejorar las propiedades de hinchamiento, plasticidad y adsorción. Se muestra una serie de gráficos donde demuestran que con dicha adición se minora el hinchamiento, con ello se garantiza unidades más compactas, así mismo las curvas de plasticidad aumentan en un 7% mejorando su trabajabilidad, sin embargo, otra conclusión es que la adsorción aumenta en 14% en vista que las propiedades de dicha arcilla genera por su composición que los iones o moléculas de este sólido en superficie tengan mayor cohesión.

**TESIS PREGRADO: 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.**

Nieto Palomino, Lucero Antuhane y Tello Pérez, Edna Florencia [9], describen la principal problemática a la cual se ven expuestos los adobes es la pérdida de sus propiedades por motivos de encontrarse en contacto de agua, las fuertes precipitaciones son las principales causantes de que los adobes tengan contacto con el agua y por ende genere derrumbes, mencionan que en los años 2011 quedaron sin vivienda 30 517 por causas de desastres naturales (lluvias) de los cuales un 57% fueron viviendas construidas con adobes, analizando esta problemática se busca estabilizar los adobes agregándole Mucílago de penca de tuna para así poder construir muros portantes de mayor durabilidad para la Región Sierra del Perú. Se realizaron diversas pruebas de laboratorio como de color, olfativa, brillo y ensayos físicos de campo como el Cinta de barro que consiste en pasar las muestras por una serie de tamizados añadiendo cantidades de agua determinadas, así mismo pruebas de arcilla o resistencia seca. Ensayos al lugar donde se llevará a cabo el proyecto como la granulometría del suelo por tamizados, conocer su peso específico y posterior a ello analizar lo que se le agregará, como el mucílago de la penca de tuna, para así poder adicionarlo en conjunto con los demás ensayos y con ello lograr lo que se especifica en los objetivos. A los agregados como el mucílago de penca de tuna se le realizan ensayos de densidad, viscosidad, con la finalidad de ver la correcta adición y el porcentaje de adición en los adobes que se realizarán. Posteriormente de agregar el mucílago de tuna a la elaboración de adobes, éstos pasan por una serie de ensayos, como de compresión, flexión, absorción, de inmersión y finalmente ensayo de chorro de agua. Se tiene como resultados que al añadirle

mucílago al adobe en una proporción de 20.5% + - 3% se obtiene una mayor resistencia a la compresión, también se experimenta un aumento en la resistencia a la flexión en un 2.1% y en lo que compete a absorción de agua, disminuye en 1% y a su vez, resiste el contacto a presión con el agua en 6% más que el adobe convencional. Concluyen su investigación, que al añadirle mucílago de tuna a la elaboración del concreto garantiza una mejora en su resistencia a compresión y flexión, pero no garantiza una gran absorción de agua o no supera las expectativas de los autores, pero un resultado interesante es que añadiendo este elemento resiste más a la penetración del agua lanzada por un chorro de agua en un 6% comparado con los convencionales.

#### TESIS PREGRADO: EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO.

Díaz Ramírez, Carlos Diego y Puyen Lamas, Víctor Edgardo [10], describen la realidad problemática que consiste básicamente el fallo que comúnmente tienen las edificaciones construidas en unidades de tierra comprimida (adobes), los cuales en diversas partes del mundo al encontrarse frente a un fenómeno natural fallan ya sea por su baja resistencia ante movimientos sísmicos y la pérdida de sus propiedades por causa de la presencia de humedad en grandes porcentajes, esto trajo consigo específicamente 112 viviendas colapsadas y un aproximado de 540 personas damnificados en Piura, así mismo en diversos lugares del país, debido que en varios sectores no se cuenta con la economía necesaria para poder realizar construcciones con otros materiales, además se realiza la construcción de forma informal haciendo uso de adobe y ello conlleva a desenlaces lamentables. Conociendo ello, la investigación en mención trata de añadirle Jabonato de Alumbre o Mucílago de Cactus de San Pedro al adobe para así poder demostrar que las propiedades del adobe mejorar considerablemente, para ello se realizaran ensayos con los cuales se concluirá específicamente en que propiedades influye. Para este estudio se dieron ensayos de resistencia a la compresión en prismas de las unidades de albañilería, ensayo de compresión diagonal de muretes realizados con adobe y ensayos físicos de succión, eflorescencia, de lluvia simulada, erosión acelerada, inundación simulada, entre otros. Se tiene en cuenta también que se hicieron ensayos a cada material previo a la elaboración de los adobes con el agregado de Jabonato de alumbre al 3%,6%,9%y 12% de añadido al adobe y con respecto al mucílago de cactus de San Pedro en porcentajes determinados de 3%,6%,9%y 12%, los resultados de ésta investigación al ser

favorables y demostrar que mejoraba las propiedades del adobe tuvieron a bien diseñar y construir una vivienda hecha por adobes con dicho agregado, el entregable final fue la construcción de una edificación con muros de adobe adicionando lo antes mencionado en Túcume.

#### TESIS PREGRADO: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CAL Y COMPACTADO PARA CONSTRUCCIONES ECOLÓGICAS EN CAJAMARCA.

Cáceres Vásquez, Kelvin Raphael [11], mencionan la problemática del departamento de Cajamarca, en vista que un 76.70% de construcciones del sitio es de adobe, al mostrar las deficiencias del adobe en su resistencia y durabilidad buscan agregarle cal y compactar el adobe para aumentar en un 15% su desempeño mecánico. Así surge la idea de esta investigación que para demostrar que tiene validez se respaldará en una serie de ensayos de laboratorio los cuales harán una comparativa para así demostrar con la adición de cal y compactación como mejora significativamente sus propiedades y se especificarán resultados. Conociendo ello realizaron ensayos a la compresión a los adobes tradicionales, a aquellos que tenían compactado, estabilizados y compactados al 5%, 10% y 15%, 20% porcentaje de cal y compactado, así mismos ensayos de flexión, absorción para las mismas muestras e iguales porcentajes. Con ello obtuvieron los siguientes resultados, los adobes compactados y con adición de Cal aumentan hasta en un 31.85% su resistencia a compresión, aumentan un 31.45% su resistencia a flexión y disminuyó su porcentaje de absorción a un 13.19% dependiendo la cantidad de cal que tengan en su fabricación. Esta investigación concluye que a más adición de cal mejor será el comportamiento del adobe en sus distintas pruebas de laboratorio, también el adobe gana adherencia y tienen una falla frágil.

#### TESIS PREGRADO: ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE CON LA APLICACIÓN DE FIBRA DE TOTORA, TAYABAMBA-2018.

Campos López, Yelsin Kenedy [12], detallan en esta investigación la problemática por la que pasan todas las edificaciones realizadas con adobe, al ser éste un material higrofilo absorbe mucha humedad y con ello los muros de las viviendas terminan desplomándose por causa de la pérdida de resistencia, dicha dificultad aumenta en lugares donde existen lluvias constantes como lo es el caso de Tayabamba, al ver dicha problemática la presentación surge para tratar de mitigar esta problemática y sustituir la paja que cotidianamente se utiliza por fibra de totora

y determinar con ello sus efectos. Para analizar su comportamiento se llevaron a cabo diversas muestras de laboratorio, en este caso analizaron probetas de 24cm x 13cm x 9cm, en total 72 adobes para desarrollar el proyecto a los cuales se les hizo los ensayos de compresión, flexión y absorción, para ello se consideró agregarle 1.5%, 3.0% y 4.5%, porcentajes de Fibra de Totorá para con ello poder demostrar su hipótesis. Posterior al desarrollo de los ensayos, se pudo demostrar que, mientras más adición de fibra de totora se haga mayor será su resistencia en aproximadamente el doble de lo que resistiría sin adicionar, sin embargo para flexión, los resultados fueron adversos, por motivo que dicho porcentaje agregado de fibra de Totorá tiende a disminuir la resistencia del adobe en el ensayo a flexión, por lo contrario en el ensayo de absorción se logró demostrar que mientras más adición de Fibra de Totorá como reemplazo de la paja en adobes, genera una menor absorción al agua en un aproximado de 5%. Se pudo concluir que añadiendo Fibra de Totorá a las unidades de tierra comprimida va a mejorar su reacción a la compresión y disminuir su absorción de agua ello para datos favorables, lo contraproducente es que reducirá su resistencia a flexión.

### ***Bases teóricas***

#### ➤ Unidades de albañilería

Los bloques de tierra comprimida tienen por definición concreta estipulada en la norma E.070. Albañilería, como dichos ladrillos y bloques de arcilla cocida, o de sílice y cal. Las mencionadas podrán ser sólidas, alveolares, tubulares o quizás huecas.

Otras definiciones mencionan que las unidades de albañilería son ladrillos que conforme al material con que se elaboran puede ser arcilla, bloque sílico calcáreo y bloque de concreto. Sin embargo, también acuña un término conocido como adobe dentro de los tipos de albañilería, por ser el antecedente del ladrillo, guiándose en el uso de barro arcilloso, aunque no llega a pasar por el proceso del cambio físicos y químicos de la cocción [13].

#### ➤ Clasificación por su materia prima

Antes mencionado, las unidades de albañilería pueden ser clasificadas por su materia prima y fabricación, las cuales pueden ser unidades de arcilla, de sílice-cal, de concreto y/o unidades de tierra cruda conocida como adobe.

Conociendo ello es necesario recalcar que actualmente en el mercado, los ladrillos de arcilla son los más vendidos, en vista que cuentan con una de las mejores mezclas adecuadas para su fabricación, las cuales cuentan con un moldeo superior al 30% de arcilla pura. Cuando dicha mezcla llega a tener 5% menos de lo habitual, la unidad de producción se convierte en plástica

y presenta muchas dificultades para el moldeo, por ende, es necesario seguir las dosificaciones específicas y con ello no trabajar doble en su elaboración y fabricación.

Las unidades de albañilería cuya composición son de Sílice y cal están constituidas por una mezcla de arena fina en forma natural, cal hidratada y agua en porcentajes determinados. Esta tiene una peculiaridad que es contar con perforaciones que no llegan a la cara de asiento superior del elemento. Dicha forma da la ventaja de disminuir el desperdicio al momento de colocar el mortero sobre el ladrillo [13].

Por otro lado, las unidades de albañilería fabricadas por concreto conocidas así mismo como bloques de concreto, son elementos prefabricados para dar otra opción de construcción como los ladrillos de arcilla. Los mencionados tienen un mayor grado de rendimiento por m<sup>2</sup> en vista que son más grandes y con ello el ahorro de tiempo en su asentamiento, en vista que son prefabricados, buen acabado y ser durables, dichas características se potencian en vista que son elaborados con concreto y para su funcionamiento estructural son más aptos [14].

Conociendo ello complementamos dando a conocer cómo se conceptualiza las unidades de albañilería realizadas con tierra conocidas como adobe, el cual es un bloque macizo cuya materia primordial es la tierra. Estas unidades pueden contener paja en su composición u otro tipo de material que mejora su estabilidad ante agentes externos. Es por ello que nace la idea y concepto de adobe estabilizado, al cual se le puede añadir otros materiales para así poder optimizar su resistencia a la compresión o estabilidad ante la presencia de humedad [15].

➤ Adobe común o tradicional

Se conceptualiza al adobe como un bloque macizo de tierra que no pasa por el proceso de cocción, dicho elemento puede contener paja u otro material que favorezca su estabilidad frente a agentes del ambiente [15].

Es considerado como un ladrillo de barro que no tiene cocción, de por sí es el material más usado en construcciones rurales es ahí donde radica la importancia de conocer este material, usado para casas más económicas, pero sólo de un nivel.

La definición para adobe según la norma E.080, menciona que dicho componente debe ser considerado como un bloque macizo de tierra sin cocer, al que se le puede agregar cualquier otro tipo de material con la finalidad de estabilizarlo y con ello mejorar sus propiedades, dando paso a la existencia de adobes estabilizados [15].

Otros autores comentan que el término adobe significa “tierra a la que se desposee minuciosamente de todo tipo de impurezas”, o también “masa de barro”, así mismo como “ladrillo formado por una masa de tierra arcillosa”. Dichos términos llegan en ocasiones a ser

ambiguos e inclusive pueden llegar a ser poco precisos. La definición de tierra puede llegar a interpretarse como la fracción inorgánica desmenuzable la cual se encuentra en el suelo [15].

➤ Composición y dimensiones del adobe según otros autores

Existen diversos conceptos sobre el término adobe, en vista que se puede utilizar diversos tipos de suelo con variadas composiciones. Es por esto que en determinados casos las dimensiones de los adobes deben de adaptarse a tales exigencias, entonces se han realizado moldes y dimensiones distintas para fabricar adobe, llegando a obtener formas, cónicas, entre otras [16].

Dado que las dimensiones pueden tener unidades específicas, se sugiere que la sección propuesta tenga una forma cuadrada o rectangular para lograr una correlación longitudinal. La altura adecuada asegurará un traslape vertical y horizontal satisfactorio. Basándonos en lo mencionado anteriormente, surge la consideración de que las dimensiones deben estar relacionadas entre sí. Es importante destacar que el largo de la unidad no debe exceder el doble del ancho, y la relación entre el largo y la altura debe ser de 4 a 1 [16]. De la siguiente manera:

FUENTE	DIMENSIONES DEL ADOBE
Norma E.080	Adobes rectangulares.
	El largo aprox. El doble del ancho.
	La correcta relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1 (en lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm).
Vélez (2010)	Rectanguñares 25 x 35 x 10 cm
Morales et al. (1993)	La longitud no será mayor que el doble del ancho más el espesor de una junta de pega; menciona que la longitud como el ancho tengan una dimensión máxima de 40 cm, una altura máxima de 10 cm en lo posible y que la relación entre la longitud y la altura sea aproximadamente de 4 a 1 con ello se permitirá el traslape horizontal en proporciones determinadas como 2 a 1.

TABLA N° 01. Dimensiones del adobe según diversas fuentes.

Fuente: Adobe estabilizado con extracto de cabuya 2017.

➤ Componentes del adobe

El **suelo**, es el componente principal usado para la fabricación de los adobes y mortero de barro; compuesto fundamentalmente por tres fases: líquida, mineral y gaseosa. Específicamente la fase mineral está conformada por partículas de diferentes granulometrías, tales como grava, arena, arcilla y limo. Las demás fases ocupan los espacios vacíos que entre las partículas quedan [16].

El **Agua** o dihidruro de oxígeno es un líquido incoloro e insaboro es fundamental para realizar las construcciones hechas en adobe, para ello dicho material debe estar libre de todo tipo de impurezas y sobre todo de material particulado como cloruros o sulfatos. El agua juega un rol importante para todo tipo de situaciones en la vida cotidiana, en este caso particular es fundamental para realizar la unidad de adobe y en fabricación de los adobes y en los agregados a incorporar, como la fibra de totora y cal en porcentajes determinados. La mencionada es responsable de modificar las propiedades tales como la consistencia o correcta trabajabilidad de la mezcla, así mismo, sirve para hidratar la cal que será añadida en la elaboración de las unidades de albañilería. Determinados autores determinan que la cantidad total de agua generalmente esta entre 8 y 16% de la mezcla [17].

Según la norma E.080 menciona a la **arcilla** como un material importante del suelo, en vista que al mezclarse con agua se comporta bien y es beneficioso para formar arcilla convirtiéndolo en útil. Para determinados casos se puede convertir en un material constructivo, en determinadas ocasiones, algunos tesisistas consideraron conveniente agregarles arcilla a los adobes para mejorar sus características y propiedades del mismo, teniendo así un mejor producto resultante [15].

Otro componente necesario de describir es el **limo**, el cual está conformado por partículas de lodo, arena y arcilla, convirtiéndolo así a un tipo de suelo en muy compactado, pero no llegando a serlo tanto como los suelos arcillosos. Como característica fundamental tenemos que son pedregosos, porque están compuestos de rocas con incrustaciones de tierra y ello los convierten en semi permeables. Logrando con ello disminuir la entrada de líquidos [12].

También conceptualizamos a la **arena gruesa**, dicho componente inerte, que se vuelve al contacto con agua, disminuye la cantidad y grosor de fisuras causadas durante el secado del barro, logrando así una resistencia más grande debido a su estructura granular [12].

**Fibra de totora** como adición en adobes, la totora es una planta que se reproduce y crece de manera silvestre al igual que por vías de un cultivo, generalmente en zonas pantanosas como lagos o lagunas, en costa, sierra y selva del Perú, y es óptima para reproducirse a nivel del mar

o hasta una altitud de 4000 m. Se toma en consideración su uso como reemplazo de la paja para la fabricación de adobe ya que es una hierba acuática perenne, de un porte no tan rígido y fasciculada, que en pocos casos llegan a medir 4 m de longitud, del cual 2 metros se encuentra sumergida en agua. Con la Totorá se construye embarcaciones y viviendas las cuales son muy adecuadas para no permitir el paso del agua, de igual manera construyen balsas fabricadas a base de totora. Lo más conocido que se fabrica con dicha planta son los caballitos de Totorá, que son usados para la pesca en la localidad de Pimentel y demás playas del Perú [18].

La **cal** es un producto químico natural cuya obtención es de la roca caliza, cuando la misma es sometida a temperaturas elevadas con una temperatura mayor a  $1000^{\circ}\text{C}$  para con ese proceso lograr obtener la cal viva; en dicha fase se da lugar a la transformación del calcio que pasa de carbonato a óxido, por la liberación del dióxido de carbono nombrado  $\text{CO}_2$ , el cual se encuentra contenido en la piedra. Cuando se le agrega agua o se encuentra en contacto con humedad, la cal se hidrata y a ello se le denomina hidróxido de calcio; a este proceso se le conoce como apagar la cal ya que en ese preciso momento se origina una reacción de calor exotérmico que no contamina. Así podemos ver que esto se repite constantemente para poder obtener la cal y con ello usarlo en la fabricación de los adobes de este proyecto, siguiendo constantemente el ciclo de la cal [19].

Es así que se originan diversos tipos de cal, por ejemplo, la cal viva, la cual es aquella que resulta de la calcinación del carbonato de calcio a una temperatura mayor de  $1000^{\circ}\text{C}$ , ya que da paso al dióxido de carbono y óxido de calcio al descomponerse, todo ello da paso a la cal viva.

Así mismo existe la cal hidratada el cual es nombre conocido del dióxido de calcio, que se origina al agregar agua al óxido de calcio para que al encontrarse apagada (hidratada) puede recién utilizarse en condiciones óptimas. La cal apagada tiene un volumen 3 veces más que el de la cal viva [19].

Por otro lado, se presenta las cal aéreas llamadas así porque endurecen al aire por medio de su reacción con el anhídrido carbónico de él mismo, las mismas se clasifican en cal dolomítica y grasas. La cal dolomítica llamada también gris o magra. La variabilidad de las calizas está determinada por su composición química, y se le denomina así debido a su origen, que implica la calcinación de rocas calizas que contienen dolomita. A partir de este proceso se obtiene óxido de calcio y óxido de magnesio, los cuales se utilizan con éxito en la industria azucarera. En contraste, la cal cálcica, también conocida como cal grasa, se considera la cal más pura de todas debido a su baja presencia de arcilla, lo que la hace muy eficiente para la preparación de mezclas aéreas. Se llaman así por su acción cementante, en vista que logra la carbonatación mediante el

CO<sub>2</sub> atmosférico. Las mismas contienen un 95% de óxido de calcio. Cuando la cal se apaga da lugar a una pasta blanca, untuosa y fuertemente adhesiva, diferente a las cales magras, las cuales tienen entre 80 a 90% de calcio comprimidos [19].

También se presentan las cales hidráulicas, denominadas de esa forma en vista que fraguan y endurecen con el agua, conteniendo así un 10 y 20% de arcillas y en ellas el efecto cementante se logra tanto por medio de la carbonatación de la cal como por el proceso de hidratación de los silicatos y aluminatos formados por reacción a temperaturas bajas entre arcilla y caliza presente.

➤ Uso de la cal en adobes estabilizados

Existen un sin número de investigaciones que tratan el problema más frecuente en las construcciones con adobes, el cual consiste en la desmedida absorción de agua, dichas investigaciones surgen con la necesidad de querer disminuir dicha absorción y consigo mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, por ende, se decide agregar diversos compuestos que mejoren esas características. Las construcciones con adobes que se estabilizan con cal hidratada, es una buena opción para mejorar dichas falencias del adobe. En vista que la cal hidratada estabiliza la masa de arcilla del adobe, facilitando así la correcta modelación de las piezas a presión, la cual es importante para la correcta obtención del tamaño y forma deseada en la elaboración de dichas unidades de albañilería.

La adición de ciertos porcentajes de cal al suelo provoca un cambio significativo en su estructura interna, lo que a su vez modifica sus propiedades mecánicas. Este proceso reduce la plasticidad del suelo y aumenta su resistencia a la compresión a mediano y largo plazo. Es importante realizar la mezcla de cal y suelo con precaución para lograr una mezcla homogénea.

En el caso de suelos muy plásticos, esta mezcla debe llevarse a cabo en un período de dos a cuatro días, permitiendo que la cal ablande los terrones de suelo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la cal provoca un crecimiento durante el moldeado, lo que puede resultar en una disminución de la resistencia [20].

La presencia del 2% de cal en la mezcla permite una compactación inmediata. Por otro lado, en suelos con un alto contenido de cal, se requerirá esperar de 2 a 6 horas antes de realizar la compactación. Con el tiempo, la resistencia a la compresión mejora debido a la formación de minerales como resultado de la reacción entre la arcilla y la cal. Este fenómeno se prolonga durante varias semanas [20].

## ***Bases legales***

### **Norma E.080**

La norma en mención es de ámbito nacional y su aplicación debe ser obligatoria cuando se pretenda realizar materiales de construcción para todas las edificaciones de tierra reforzada, como es el caso de este trabajo, el adobe. Dicha norma se refiere a las características mecánicas de los materiales para la construcción de las edificaciones descritas anteriormente, fundamentalmente a las unidades de tierra reforzada, como los muros de adobe o para complementar también los de tapial reforzado, teniendo en cuenta siempre realizar edificaciones sismo resistentes. Esta norma aparte de lo ya descrito anteriormente, también describe el correcto diseño, construcción, reparación y reforzamiento de las edificaciones realizadas con tierra reforzada, pensada en la cultura de prevención anti desastres y mejorar las condiciones económicas haciendo mejores edificaciones, es decir, seguras, durables y económicas en el sentido que no se tenga que invertir más en reparaciones de dicha estructura.

La norma consta de 21 artículos en 5 capítulos especificados en la misma [15].

### **Norma E.070**

La norma en mención es de ámbito nacional y su aplicación obligatoria en investigaciones que tienen como referencia unidades de albañilería o parecidos, como en este caso el adobe. Ángel San Bartolomé indica dicha norma se podrá usar como un parámetro para elaborar algunos ensayos que no consideren o no se estipulen en la norma E.080 [21].

### **NTP 399.604 y 399.613**

Se ha creído conveniente este conjunto de normas en vista que tratan sobre el procedimiento para el muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto para obtener dimensiones requeridas, resistencia a la compresión, absorción y contenido de humedad. Cabe recalcar que no todos los ensayos estipulados se llevarán a cabo, solo los referidos más adelante del presente trabajo.

Las mismas contienen disposiciones que son citadas en este texto para que así contribuyan con los requisitos necesarios para la correcta elaboración de este trabajo. Así como otras normas, está sujeta a revisión, en vista que va orientada a unidades de albañilería que son similares a los adobes que también se pueden ensayar con dichas normas técnicas en mención.

Cabe mencionar que se toma en cuenta dichas normas abaladas por El Organismo Peruano de Normalización la cual cuenta en todo momento la información de las Normas Técnicas Peruanas en Vigencia [22]. Para especificar se llevarán a cabo los ensayos de variación diametral, alabeo, succión, absorción, resistencia frente a la compresión y módulo de rotura.

#### **N.T.P. 339.141**

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en laboratorios, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 o 6 pulgadas de diámetro con un pisón de 10 lbf que cae de una altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una Energía de Compactación de 56 000 lb-pie/pie<sup>3</sup> (2700 KN-m/m<sup>3</sup>).

#### **NTP 339.127: 1998**

Menciona la metodología que deberá seguirse para obtener el contenido de humedad del suelo [23].

#### **NTP 339.129: 1999**

Dictamina los métodos de ensayo que nos ayudará a conocer el límite líquido, plástico, así como el índice de plasticidad de una porción de suelo [24].

#### **NTP 339.128: 1999**

Menciona la metodología de análisis granulométrico pasado por tamizado y por sedimentación de suelos [25].

### ***Normativa para la aprobación de suelo***

#### **Prueba de “cinta de barro”**

Según la norma técnica Peruana E.080 para diagnosticar una primera evaluación de la existencia de arcilla en un suelo se puede realizar la prueba en mención en un tiempo aproximado de 10 minutos, con la cual se determinará si la tierra a utilizar cuenta con la suficiente arcilla para ser utilizada en la producción de adobes.

Para este ensayo se utiliza los siguientes aparatos:

- Pala y pico para poder retirar 15 a 30 cm de la tierra superficial
- Bolsas debidamente desinfectadas
- Vidrio rectangular de 60 cm x 30 cm

Para realizar la prueba, se utiliza una muestra de barro con la humedad adecuada para formar un cilindro de 12 mm de diámetro. Luego, se coloca el cilindro en la mano y se procede a aplastarlo gradualmente entre los dedos pulgar e índice hasta obtener una cinta con un espesor de 4 mm. Se deja que la cinta cuelgue libremente y se mide su longitud. Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud, indica que el suelo es muy arcilloso y, por lo tanto, es adecuado para la elaboración de unidades de adobe. Por otro lado, si la cinta se corta a los 10 cm o menos, significa que el suelo no es apto debido a su bajo contenido de arcilla.

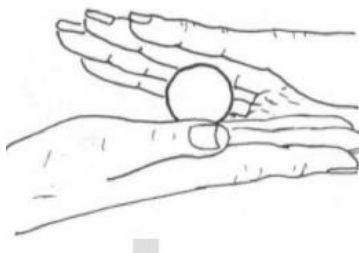
### **Prueba de “presencia de arcilla” o “resistencia seca”**

Según la norma técnica Peruana E.080 para diagnosticar una segunda evaluación de la existencia de arcilla en un suelo se puede realizar la prueba en mención, con la cual se determinará si la tierra a utilizar cuenta con la suficiente arcilla para ser utilizada en la producción de adobes.

Para este ensayo se utiliza los siguientes aparatos:

- Pala y pico para poder retirar 15 a 30 cm de la tierra superficial
- Bolsas debidamente desinfectadas

Para el procedimiento, en primer lugar, se debe formar 4 bolitas con tierra de la zona. Utilizar la tierra de la zona que se considera apropiada para emplearla como material de elaboración y añadirle una cantidad mínima de agua para hacer cuatro bolitas (ver imagen N°01). La cantidad de agua es la mínima necesaria para formar sobre las palmas de las manos cada una de las bolitas sin que éstas se deformen significativamente a simple vista, al secarse. Culminando ello se deja secar las 4 bolitas por 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen por lluvias o derrames de agua accidentales.



*IMAGEN N°01: Movimiento de las manos para formar las bolitas de tierra.*

*Fuente: E.080 diseño y construcción con tierra reforzada.*

En segundo lugar, al ya haber transcurrido el tiempo se debe presionar las 4 bolitas secas fuertemente por separado cada una de las mismas con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano (ver imagen N°). Si no se llegan a romper o agrietar ninguna de las bolitas entonces se entiende que contiene un alto grado de arcilla y la tierra será óptima para realizar con la misma las unidades de adobe.



IMAGEN N°02: Manera correcta de realizar el ensayo de resistencia seca.

Fuente: E.080 diseño y construcción con tierra reforzada.

### **Ensayo a compresión de cubos**

Según la norma técnica Peruana E.080 la prueba para determinar los esfuerzos mínimos de rotura para medir la resistencia del material tierra a la compresión. La resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista. Cabe resaltar que la resistencia última se calcula conforme a la expresión siguiente  $f_0 = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$ .

Los cubos realizados deben cumplir con que el promedio de las 4 mejores muestras de seis ensayadas sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

Se determina usando los siguientes aparatos:

- Moldes de 12.5 cm x 6.25 cm x 9 cm de madera
- Yeso
- Cemento
- Recipiente de acero inoxidable
- Plana botadora
- Máquina para ensayos de compresión

Con respecto al procedimiento primeramente se deberá de realizar los cubos de tierra en los moldes con medidas determinadas y ser asentados en arena para evitar que tengan contacto con

tierra que presente impurezas y esperar 28 días para ser ensayado. Transcurrido el tiempo mencionado se procede a ensayar, sin embargo, se debe de realizar una mezcla denominada “diablo fuerte” con una relación de 2:1 para cubrir todas la parte superior e inferior de los cubos para que tengan una superficie uniforme. Culminadas dichas acciones se lleva a cabo el ensayo, colocando los especímenes en la máquina y accionándola para la toma de resultados.

### **Ensayo a tracción de probetas denominado “ensayo brasileño”**

Según la norma técnica Peruana E.080 este ensayo se realiza con la finalidad de poder determinar la resistencia a la tracción del componente tierra haciendo uso de “testigos de barro” para determinar los resultados del ensayo.

Se determina usando los siguientes aparatos:

- Moldes cilíndricos de 6” x 12” o 15.24 cm x 30.48 cm de diámetro y largo respectivamente
- Máquina para ensayos de compresión

Con respecto al procedimiento primero deberá realizarse los testigos de barro haciendo uso de las probetas previamente sumergidas en agua y roseadas de arena fina sin contenido de sales. Culminando ese paso se deja 48 horas en los moldes para así proceder a ser desmoldados y dejar un tiempo de secado de 28 días incluyendo los dos previos a ser desmoldados.

Transcurrido dicho tiempo se procede a ensayar en la máquina en mención y deberá de tener una resistencia última de  $0.080\text{MPa} = 0.81\text{ kgf/cm}^2$ . Cabe resaltar que el contenido de humedad de las unidades no deberá de exceder el 20% a 25% de contenido de humedad.

### ***Normativa para la caracterización del suelo***

#### **Ensayo de Contenido de Humedad**

Según la NTP 339.127 se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ . El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerada como el peso del agua.

El secado en horno siguiendo este método (a  $110\text{ }^\circ\text{C}$ ) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación cuando el suelo contiene cantidades significativas de material orgánico.

Para este ensayo se utiliza los siguientes aparatos:

- Horno de secado: capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Balanzas: con las siguientes aproximaciones:
  - ✓ de 0,01 g para muestras de menos de 200 g
  - ✓ de 0,1 g para muestras de más de 200 g
- Recipientes: fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.
- Utensilios para manipulación de recipientes: uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después del secado.
- Otros utensilios: empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, entre otros.

Con respecto al procedimiento en primer lugar se separa una muestra de la tierra que se va a analizar (un peso determinado), dicha muestra será colocada en un recipiente de material resistente a la corrosión, se toma en consideración el peso del recipiente (tara) y luego el peso exacto de la muestra con la que se trabajará. Teniendo ello se procede a colocar al horno a 110 °C por un periodo de 24 horas.

Transcurrido el tiempo se procede a retirar cuidadosamente y haciendo uso de los instrumentos de seguridad para evitar posibles accidentes. Se pesará la muestra para la obtención de datos y posteriormente serán analizados con la fórmula mostrada a continuación:

$$W = \frac{M_w}{M_s} * 100$$

Donde:

W: humedad, en porcentaje

M<sub>w</sub>: peso del agua, en gramos

M<sub>s</sub>: peso de las partículas sólidas, en gramos

### **Ensayo de Límite de Plasticidad**

Según la Norma Técnica Peruana 339.129 en el ensayo se caracterizan las fracciones de grano fino de suelos.

Para este ensayo se utiliza los siguientes aparatos:

- Una base de caucho duro con una dureza D en el durómetro de 80 a 90.

- Una copa de bronce, que incluye el peso del mango, con un peso entre 185 g y 215 g.
- Una leva diseñada para elevar suavemente y de forma continua la copa hasta su altura máxima, a lo largo de al menos 180° de rotación de la leva.
- Un soporte construido de manera que permita un ajuste conveniente y seguro de la altura de caída de la copa, hasta un máximo de 10 mm.
- Un acanalador hecho de plástico o de un metal no corrosivo.
- Un calibre metálico utilizado para ajustar la altura de caída de la copa.
- Contenedores resistentes a la corrosión con tapas herméticas para los especímenes con contenido de humedad.
- Una balanza con una precisión de aproximadamente 0.01 g.
- Un recipiente diseñado para el almacenamiento de los especímenes preparados, con el fin de evitar la pérdida de humedad.
- Una placa de vidrio cuadrada pulida, con un lado de 30 cm y un espesor de 1 cm.
- Una espátula con una hoja flexible y dimensiones aproximadas de 2 cm de ancho y de 10 cm a 13 cm de longitud.
- Un tamiz de malla número 40.
- Un frasco de lavado para lavar los finos.
- Un horno controlado con una temperatura constante de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Un recipiente circular con base plana, con una profundidad de 7.6 cm y un diámetro algo mayor en la base (8 pulgadas).
- Agua destilada para su uso en el proceso.

En lo que compete al procedimiento primero se debe separar una muestra de suelo que pase por la malla N°40, para posteriormente humedecerse por 24 horas antes de empezar el ensayo.

Para el límite líquido se deberá seguir los siguientes pasos:

- Colocar una porción del suelo preparado en la copa del dispositivo de límite líquido, distribuyéndolo de manera que forme una superficie aproximadamente plana.
- Utilizando el acanalador, dividir la muestra en la copa creando una ranura que conecte el punto más alto y el más bajo en el borde de la copa.
- Verificar que no queden restos de muestra debajo de la copa.

- Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo, hasta que las dos mitades del suelo estén en contacto en la base de la ranura, con una longitud de 13 mm.
- Contar y registrar el número de golpes en la columna correspondiente. Se recomienda que se cumpla entre 4 y 40 golpes en esta condición para considerar que la prueba se ha realizado correctamente. Se sugiere lograr esta condición en los siguientes intervalos de golpes: entre 30 y 40 golpes, entre 20 y 30 golpes, entre 10 y 20 golpes, y entre 4 y 10 golpes.
- Las muestras se colocan en un horno para determinar su contenido de humedad.
- Cuando el suelo alcance la humedad correspondiente al límite líquido (ensayo en el intervalo de 20 a 30 golpes), se llena un molde rectangular en tres capas, compactando cada capa golpeándola contra una mesa para eliminar el aire atrapado. Luego se nivela el molde, se limpia exteriormente con una franela y se pesa, anotando este peso como el peso del molde más el suelo húmedo.
- Las muestras se retiran del horno, se enfrían y se pesan, registrando este peso en la columna de "tara más suelo seco". Con estos datos se calcula el contenido de agua en los cuatro ensayos, y se procede a trazar un gráfico de número de golpes versus contenido de agua. A partir de los cuatro puntos obtenidos, se traza una línea recta o una curva suave (curva de fluidez) que los conecte. En esta curva, se determina el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes, que será el límite líquido del suelo.

Para el límite plástico se deberá seguir los siguientes pasos:

- Se elige la muestra menos húmeda pero moldeable y hacemos una esfera de 1.5 cm aproximadamente.
- Se empieza a girar o rolar con la palma de la mano sobre la placa de vidrio haciendo un cilindro alargado con un diámetro de 3.2 mm.
- Si este cilindro presenta agrietamientos múltiples, se dice que el suelo presenta el límite plástico, donde se obtendrá muestras de suelo, se someterán al secado para determinar el contenido de agua, el cual equivale al LP.
- En caso de no cumplirse la anterior condición, se hará de nuevo una esfera con el suelo y se repetirá el proceso hasta que se cumpla lo especificado.
- Para obtener el índice de plasticidad se debe restar el LL-LP.

### **Ensayo de Granulometría**

Según la Norma Técnica Peruana 339.128 en este ensayo se llevará a cabo el análisis granulométrico por tamizado y sedimentación de suelos, los cuales se podrán analizar de forma combinada mediante los métodos especificados.

Se utiliza los siguientes aparatos:

- Balanza
- Tamices
- Horno con temperatura de  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$

En lo que compete al procedimiento en primer lugar se debe apartar una muestra de suelo, la cual será lavada con agua potable, dejada caer a corriente a una elevación aproximada de 30 cm hasta que el agua del lavado sea clara utilizando el tamiz N°200, luego se procede a extraer las partículas retenidas en el tamiz para llevarlas al horno y finalmente realizar el análisis por tamizado de la porción retenida y con los tamices estipulados en la misma.

### ***Normativa para las unidades a ensayar***

Cabe mencionar como punto importante que se llevarán a cabo 3 ensayos fundamentales para poder comparar resultados con las unidades convencionales, en base a los resultados y análisis de los mismos, se seleccionará la mejor dosificación, es decir la que cuente con resultados óptimos y con dicha dosificación ganadora se procederá a realizar los demás ensayos estipulados para esta investigación. Los ensayos en mención fueron seleccionados en base a la problemática que afronta este proyecto, por ende, se ensayarán de forma principal el ensayo a compresión, succión y absorción de los bloques realizados.

### **Ensayo de Resistencia frente a la compresión**

Según la norma 399.604 y 399.613 la resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando adobes con la dimensión estipulada. El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 adobes, definiéndose la resistencia última ( $f_o$ ) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas. Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de  $f_o$  mínimo aceptable de  $10.2 \text{ kgf/cm}^2$  para cubos de adobe. La resistencia a la compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma no de la albañilería.

$$F_0 = 1.0\text{MPa} = 10.2 \text{ kgf/ cm}^2$$

(Norma E.080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada", 2017)

El esfuerzo de compresión es la resultante de las presiones que existe dentro de un sólido deformable, en este caso el sólido deformable va ser el adobe, o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.

Las fuerzas que se les aplica al adobe serán por las caras de mayor área que son la cara inferior y cara superior de descanso, estas fuerzas las volveremos distribuidas cuando sobre estas dos caras del adobe se les ponga placas de acero como se muestra (ver imagen N°).

Para este ensayo se utiliza los siguientes aparatos:

- Máquina para ensayos de compresión

Los resultados serán expresados según la siguiente fórmula:

*Cálculo del área*

$$A = \frac{V}{h}$$

Donde:

V: volumen del ladrillo en centímetros cúbicos

h: altura del ladrillo en centímetros

*Cálculo de resistencia a la compresión*

$$f'b = \frac{P}{A}$$

Donde:

P: carga de rotura en KN

A: promedio de las áreas brutas de la unidad en centímetros al cuadrado

### **Ensayo de Succión**

Según la Norma Técnica Peruana 331.018, este ensayo indica la succión del lote de ladrillos que se obtiene del promedio del peso de agua absorbida por los especímenes en gramos.

Para este ensayo se utiliza los siguientes aparatos:

- Balanza con capacidad no menor de 2kg.
- Recipiente de agua
- Horno con temperatura entre 110°C y 115°C
- Cronómetro
- Bandeja
- Nivel para determinar la correcta ubicación de la unidad a ensayar

Con respecto al procedimiento es el siguiente:

Primero, se calienta las unidades en el horno entre 110°C y 115°C, para luego enfriarlos a temperatura ambiente, posteriormente se pesa (G1).

Segundo, se coloca la unidad en la bandeja el cual debe estar encima de soportes contando como tiempo cero el momento de contacto del ladrillo con el agua y finalmente se pesa.

Los resultados serán expresados según la siguiente fórmula:

*Cálculo del aumento de peso corregido*

$$A = \frac{200 * W}{L * b}$$

Donde:

W: Aumento de peso, en gramos

L: largo de la superficie de contacto, en centímetros

b: ancho de la superficie de contacto, en centímetros

A: aumento de peso corregido, en gramos

### **Ensayo de Absorción**

Según la Norma Técnica Peruana 331.018, este ensayo indica la absorción del lote de ladrillos que se obtiene de cada espécimen en porcentajes.

Para este ensayo se utiliza los siguientes aparatos:

- Balanza con capacidad no menor de 2kg.
- Recipiente de agua considerablemente grande para que pueda cubrir por completo la unidad a ensayar
- Horno con temperatura entre 110°C y 115°C

Con respecto al procedimiento es el siguiente:

Primero, colocar las unidades en el horno entre 110°C y 115°C durante 24 horas, para luego enfriarlos a temperatura ambiente por un tiempo aproximado de 3 horas, posteriormente se pesa (G3).

Segundo, se coloca el espécimen en un recipiente lleno de agua destilada por 24 horas, luego se pesa el espécimen sumergido, (G4)

Los resultados serán expresados según la siguiente fórmula:

*Cálculo del contenido de agua absorbida*

$$A = \frac{G4 - G3}{G3} * 100$$

Donde:

A: Volumen en centímetro cúbico

G3: masa del espécimen seco en gramos

G4: masa del espécimen saturado luego de 24horas en gramos

Los ensayos realizados a partir de esta etapa, serán realizados únicamente para los adobes convencionales hasta que se obtenga la mejor dosificación con la cual se concluirán de realizar todos los ensayos y por ende comparar resultados los resultados de bloques convencionales.

### **Ensayo de Alabeo**

Según la Norma Técnica Peruana 399.604 y 399.613, este ensayo indica el promedio de los valores correspondientes a concavidad y convexidad en milímetros.

Para este ensayo se utiliza los siguientes aparatos:

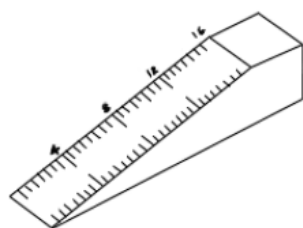
- Dos cuñas de acero graduada
- Regla de acero de aproximadamente 30 a 60 cm
- Nivel para determinar la correcta ubicación de la unidad a ensayar
- Superficie de apoyo plana para evitar posible toma de datos erróneas

Con respecto al procedimiento tenemos:

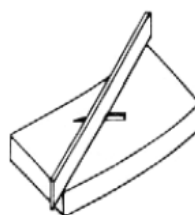
➤ Medición de la concavidad:

Primero se mide el borde recto de la regla en diagonal de una de las caras mayores del ladrillo.

Segundo se coloca la cuña en la flecha máxima y se efectúa la medición.



**FIGURA 1.-** Las medidas están dadas en milímetros



**FIGURA 2**

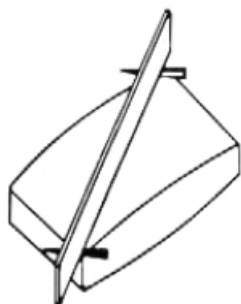
*IMAGEN N°03: Medición de concavidad para ensayo de alabeo.*

*Fuente: Norma Técnica Peruana 399.604 y 339.613.*

### ➤ Medición de la convexidad

Primero se coloca la regla sobre una diagonal de una de las caras mayores de ladrillo, luego se introduce una cuña en cada vértice, como se muestra en la figura 3.

Segundo se coloca las cuñas en dos vértices opuestos diagonalmente, como se muestra en la figura 4.



**FIGURA 3**



**FIGURA 4**

*IMAGEN N°04: Medición de la convexidad para ensayo de alabeo.*

*Fuente: Norma Técnica Peruana 399.604 y 339.613.*

### **Ensayo de Variación Dimensional**

Según la Norma Técnica Peruana 399.604 y 339.613, este ensayo indica la variación de dimensión de un lote de unidades en porcentaje.

Para este ensayo se utiliza los siguientes aparatos:

- Regla graduada
- Pie de rey
- Nivel para determinar la correcta ubicación de la unidad a ensayar
- Superficie de apoyo plana para evitar posible toma de datos erróneas

Con respecto al procedimiento es el siguiente:

Primero se mide en cada unidad el largo, ancho y alto. Cada medida se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes de cada cara.

Los resultados serán expresados según la siguiente fórmula

$$V = \frac{DE - MP}{D} * 100$$

Donde:

V: Variación de dimensiones, en porcentaje

DE: Dimensión especificada, en milímetros

MP: Medida Promedio en cada dimensión, en milímetros

### **Ensayo denominado Módulo de Rotura**

Según la norma técnica peruana 399.613 menciona que se deben realizar el ensayo de 6 unidades completamente secas es decir luego de transcurrido 28 días de ser desmoldados, con la finalidad de poder determinar el módulo de rotura correcto, por lo general es aceptable cuando realiza la rotura por la mitad de cada unidad y soporta aproximadamente el 10% de la resistencia a compresión de los especímenes ensayados.

Para este ensayo se usan los siguientes instrumentos:

- Dos barras de 15 cm de acero corrugado de ¾”
- Máquina para ensayos de compresión

Para el procedimiento se debe de Apoye el espécimen de prueba en su mayor dimensión, salvo que se indique de otra manera (de manera tal que la carga se aplique en la dirección del espesor de la unidad), sobre un tramo no menor a la longitud de la unidad menos 2,5 mm y cargado en el centro del tramo.

Si el espécimen tiene imperfecciones (desniveles o depresiones), colóquelo de tal manera que éstas estén de lado de la compresión. Aplique la carga en la superficie superior del espécimen a través de una plancha de acero de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho, y de una longitud por lo menos igual al ancho del espécimen.

Los apoyos del espécimen de ensayo deberán estar libres para rotar en las direcciones longitudinal y transversal y se deberán ajustar de manera tal que no ejerzan fuerza alguna en esas direcciones.

La velocidad de aplicación de la carga no deberá exceder de 8896 N/m, pero este requerimiento se considera satisfecho si la velocidad del cabezal móvil de la máquina de ensayo, no es mayor que 1,27 mm / min, inmediatamente antes de aplicar la carga.

El módulo de rotura de cada espécimen se calcula con la expresión que se indica a continuación, con aproximación a 0.01 MPa:

$$S = \frac{3Wl}{2} * \frac{X}{bd^2}$$

Donde:

S: Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, (Pa)

W: máxima carga aplicada con la máquina de prueba, (N)

l: distancia entre apoyos (mm)

b: ancho neto del espécimen en el plano de falla, (mm)

d: espesor del espécimen en el plano de falla, (mm)

x: distancia promedio desde el centro del espécimen hacia el plano de falla, en milímetros (mm)

Finalmente, el módulo del lote se determinará como el promedio de los módulos de rotura de los especímenes ensayados, con aproximación a 0.01 MPa.

### **Ensayo de compresión a muretes / pilas**

Según la norma técnica Peruana E.080 los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la compresión, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

Primeramente, se realiza las unidades de adobe para dejar secando durante 28 días para que llegue a sus condiciones más optimas de funcionamiento y resistencia, posterior a ello se armarán las pilas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: la resistencia última es de 0.6 MPa = 6.12 kgf/cm<sup>2</sup>, el ensayo de compresión en muretes de adobe de altura igual a 3 veces la menor dimensión de la base aproximadamente:

$$\frac{h}{a} = 3$$

$$a < b$$

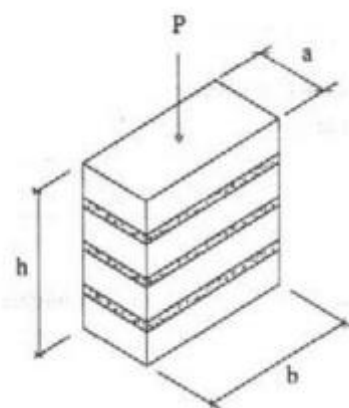


IMAGEN N°05: Ensayo a compresión en pilas de unidades de tierra reforzada.

Fuente: E.080 diseño y construcción con tierra reforzada.

El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento será igual a  $1.25 f_m$  y el  $f_m$  es igual al esfuerzo de compresión admisible del murete ( $P / a \times b$ ).

Se debe cumplir con que el promedio de las 4 mejores muestras de 6 ensayadas sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de transcurrido 28 días de secado estando asentado los adobes realizados.

### **Ensayo de compresión a muretes**

Según la norma técnica Peruana E.080 los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la tracción indirecta, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

Primeramente, se realiza las unidades de adobe para dejar secando durante 28 días para que llegue a sus condiciones más óptimas de funcionamiento y resistencia, posterior a ello se armarán los muretes teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: la resistencia última es de  $0.025 \text{ MPa} = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$ , el ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta de muretes de adobe de aproximadamente  $0.65 \text{ m} \times 0.65 \text{ m} \times e_m$ , tal que así:  $f_t = p / 2 aem$

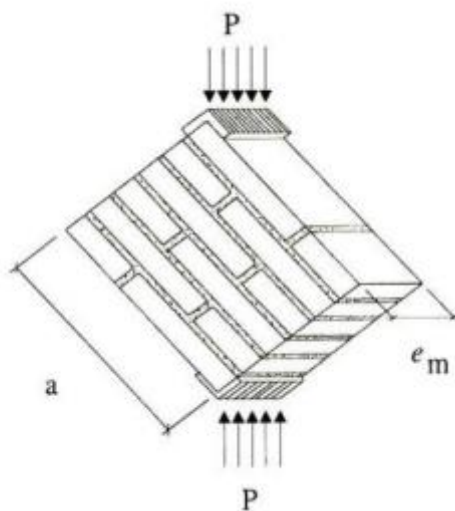


IMAGEN N°06: Ensayo a compresión de muretes de forma diagonal.

Fuente: E.080 diseño y construcción con tierra reforzada.

Cabe mencionar que el esfuerzo admisible de corte  $V_m$  será igual a 0.4ft.

### Ensayo de inundación simulada

A pesar de que no existe ningún tipo de regulación por norma para este tipo de ensayo, se planteó su implementación bajo el argumento que los resultados de dicho ensayo presentan información relevante y de gran importancia en el análisis del estudio.

#### ➤ Materiales

Se empleará una poza de concreto de 1.30 m x 1.30 m y 45 cm de alto, con capacidad para dos muretes, teniendo dentro una abertura de 1.10 m x 0.50 m y 45 cm de alto para cada una. Además de ello, los muretes se realizaron cumpliendo con una dimensión de 1.00 m x 1.00 m y 12.50 cm de espesor. Para su elaboración, se empleó un mortero a base de barro empleando la misma tierra y pajilla que se utilizó para las unidades de tierra reforzada.

#### ➤ Metodología

El ensayo consiste en colocar el murete de estudio dentro de una pequeña poza de concreto e inundar a una altura de 15 cm y realizar mediciones cada 10 minutos para identificar en cuánto incrementaba la altura de agua absorbida por capilaridad, medida en centímetros. El procedimiento se llevó a cabo hasta que el murete se cayó por acción de la humedad y ascensión capilar. Se realizó tanto para las unidades convencionales como para las estabilizadas.

De caerse uno de los muretes antes que el otro, el ensayo se sigue realizando hasta que este también caiga. La comparación de ascensión capilar se realizará en el tiempo en el que el primero de los muretes caiga, pero se considerará los resultados del murete que siguió en pie.

Del mismo modo, se analizará el nivel de agua y su variación en el mismo periodo de tiempo que se analizó la ascensión capilar. Con ello se determinará la variación volumétrica del agua en la poza para comparar los resultados de los muretes con y sin adiciones.

### **Módulo de Poisson**

Este parámetro se planteó como un posible dato necesario para ejecutar la presente investigación, sin embargo se postularon a continuación los argumentos que sustentan la decisión de no considerar este parámetro en el estudio realizado.

#### ➤ Propiedades del material

Los bloques de adobe son materiales naturales y altamente heterogéneos, compuestos principalmente de arcilla, arena, agua y otros aditivos orgánicos como pajilla. Debido a las materias primas que lo compone y el proceso de elaboración, los bloques de adobe tienden a tener una variabilidad significativa en sus propiedades. Esta variabilidad inherente dificulta la obtención de resultados precisos y confiables al calcular el módulo de Poisson.

#### ➤ Uso común

En la práctica de la construcción con bloques de adobe, el cálculo del módulo de Poisson no es una práctica común ni un parámetro ampliamente utilizado en el diseño y análisis estructural. Dado que los bloques de adobe son generalmente utilizados en construcciones de baja escala y altura, donde las cargas y deformaciones son relativamente pequeñas, la determinación del módulo de Poisson no se considera esencial ni relevante para garantizar la seguridad y el rendimiento estructural.

#### ➤ Enfoque en otras propiedades

En lugar de enfocarse en el módulo de Poisson, es más relevante y útil centrarse en otras propiedades de los bloques de adobe que son más significativas para su comportamiento en la construcción. Estas propiedades pueden incluir resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, coeficiente de absorción de agua, entre otras, que pueden influir directamente en el rendimiento estructural de las edificaciones construidas con estos bloques.

## **Materiales y métodos**

### ***Tipo de investigación***

El enfoque para esta investigación es cuantitativo en vista que pretende probar la hipótesis y por ende solucionar el problema que se ha planteado en esta investigación.

El tipo de investigación es experimental, debido a la manipulación de las variables para poder lograr los objetivos específicos planteados, que harán que se pueda conseguir el objetivo general.

### ***Nivel de Investigación***

El nivel de investigación que se llevará a cabo en este proyecto es correlacional, debido que el objetivo de este es relacionar dos variables a detalle, describir lo sucedido a partir de realizado los ensayos.

### ***Diseño de investigación***

El diseño de investigación para este proyecto será el cuantitativo, ya que se pretende medir el efecto o la causa de utilizar fibra de totora y cal para la elaboración de unidades de tierra reforzada prensada van a ser utilizados en la construcción, los cuales serán expresados en cantidades numéricas.

### ***Objeto de estudio***

Los bloques de adobe prensados que se fabricarán con fibra de totora y cal en porcentajes determinados.

### ***Población, muestra y muestreo***

### ***Unidad de estudio***

La unidad de estudio será la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los bloques prensados elaborados.

### Población

Son los bloques prensados con adición de fibra de totora y cal en porcentajes determinados para mejorar sus condiciones físicas y mecánicas.

### Muestra

Serán los 266 bloques de adobe elaborados con fibra de totora y Cal siguiendo las dosificaciones mostradas en las tablas N°02, N°03, N°04 y N°05.

ENSAYO	UNIDADES CONVENCIONALES	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
Variación dimensional	10	10		50
Alabeo	10	10	32	
Succión	6	6		
Absorción	6	6		
Resistencia frente a la compresión (14 y 28 días)	12	12	18	
Módulo de rotura	6	6		

*TABLA N° 02. Muestra de la cantidad de adobes convencionales a realizar.*

*Fuente: Propia.*

ENSAYO	DOSIFICACIÓN CON AGREGADO DE FIBRA DE TOTORA AL 2%			PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
	Cal al 5%	Cal al 10%	Cal al 15%			
	Succión	6	6			
Absorción	6	6	6	18		
Resistencia frente a la compresión (14 y 28 días)	12	12	12	36	36	

*TABLA N° 03. Muestra de la cantidad de adobes estabilizados a realizar para la primera dosificación.*

*Fuente: Propia.*

ENSAYO	DOSIFICACIÓN CON AGREGADO DE FIBRA DE TOTORA AL 4%			PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
	Cal al 5%	Cal al 10%	Cal al 15%			
	Succión	6	6			
Absorción	6	6	6	18		
Resistencia frente a la compresión (14 y 28 días)	12	12	12	36	36	

*TABLA N° 04. Muestra de la cantidad de adobes estabilizados a realizar para la segunda dosificación.*

*Fuente: Propia.*

ENSAYO	DOSIFICACIÓN CON AGREGADO DE FIBRA DE TOTORA AL 6%			PARCIAL	SUB- TOTAL	TOTAL
	Cal al 5%	Cal al 10%	Cal al 15%			
	Succión	6	6			
Absorción	6	6	6	18		
Resistencia frente a la compresión (14 y 28 días)	12	12	12	36	36	

*TABLA N° 05. Muestra de la cantidad de adobes estabilizados a realizar para la tercera dosificación.*

*Fuente: Propia.*

Por ende, para esta investigación se tomarán las unidades teniendo en cuenta los ensayos que se les realizará, en este caso para la unidad patrones será de 50 unidades adobes elaborados tradicionalmente, 72 adobes con la primera dosificación para sus 3 combinaciones, 72 adobes con la segunda dosificación para sus 3 combinaciones, 72 adobes con la tercera dosificación para sus 3 combinaciones.

### **Muestreo**

En esta investigación se ha optado por un muestreo no probabilístico, analizando 3 diferentes porcentajes para la elaboración de los adobes en diferentes combinaciones para poder hallar la mejor dosificación.

La primera muestra elaborada con 2% de fibra de totora y 5% de cal, 10% de cal y 15% de cal.

La primera muestra elaborada con 2% de fibra de totora y 5% de cal, 10% de cal y 15% de cal.

La primera muestra elaborada con 2% de fibra de totora y 5% de cal, 10% de cal y 15% de cal.

### ***Hipotesis y Operacionalización de variables***

#### **Hipótesis**

“El adobe prensado estabilizado con fibra de totora y cal influye de manera óptima en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional”.

### Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	RANGO DE APLICACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN
Adobe prensado con adición de fibra de totora y cal	Corresponde a la cantidad que será usada de cal medida en tanto por ciento del peso de los bloques de adobe elaborados.	Dosificación del componente cal	05, 10, 15% del peso del bloque	%	Balanza digital
	Corresponde a la cantidad que será usada de fibra de totora medida en tantos por ciento del peso de los bloques de adobe elaborados.	Dosificación de la fibra de totora	02, 04, 06% del peso del bloque	%	Balanza digital
		Ensayo de granulometría	-	gr	Tamices
	Ensayos a la tierra utilizada para determinar su composición y porcentaje de arcilla correspondiente / contenido de humedad	Ensayo de Límites líquido y plástico	-	%	Instrumento de casa grande
		Ensayo de proctor modificado	-	%	Molde de compactación

*TABLA N° 06. Descripción de la variable independiente y sus indicadores.*

*Fuente: Propia.*

VARIABLE DEPENDIENT	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN
Propiedades mecánicas y físicas de los bloques de adobe estabilizados con fibra de totora y cal		Variación dimensional	mm	NTP 399.604 y 399.613
	Corresponde a las propiedades físicas de los bloques de adobe con adición de fibra de totora y cal	Alabeo	mm	NTP 399.604 y 399.613
		Succión	% gr/cm <sup>2</sup>	NTP 399.604 y 399.613
		Absorción	%	NTP 399.604 y 399.613
		Inundación simulada	cm	Resultados de absorción y capilaridad
	Corresponde a las propiedades mecánicas de los bloques de adobe con adición de fibra de totora y cal	Resistencia frente a la compresión	N/cm <sup>2</sup>	NTP399.604 y 399.613
		Módulo de rotura	N/cm <sup>2</sup>	NTP 399.604 y 399.613
Ensayo de rotura en pilas y muretes		N	E.080	

*TABLA N° 07. Descripción de la variable dependiente y sus indicadores.*

*Fuente: Propia.*

VARIABLES INTERVINIENTES	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN
Ensayos que complementarían la validez de datos	Tamaño de la fibra de Totora	Morfología de la fibra utilizada	cm	Balanza digital
	Ensayo para caracterización del suelo	Ensayo a cubos de barro	N/cm <sup>2</sup>	Norma E.080
	Ensayo para caracterización del suelo	Ensayo brasileño	N/cm <sup>2</sup>	Norma E.080
	Ensayo para caracterización del suelo	Prueba de Cinta de Barro	L	Norma E.080
	Ensayo para caracterización del suelo	Prueba de resistencia seca	N	Norma E.080

*TABLA N° 08. Descripción de la variable interviniente y sus indicadores.*

*Fuente: Propia.*

## *Procedimientos*

### *Materiales y selección*

#### *Obtención del suelo*

Se extraerá el suelo de un terreno ubicado en la ciudad de Lambayeque del cual se tiene por conocimiento que se usa la tierra para elaboración de adobes convencionales.

Aquí se mostrará la primera vista del área que servirá para el desmoldado de los bloques y además la tierra a utilizar.



*IMAGEN N°07: Vista horizontal del terreno donde se realizará el proyecto.*

*Fuente: Propia.*

Cabe resaltar que el lugar destinado se encontraba con una cantidad considerable de maleza y es por ello que fue necesario la limpieza del mismo.



*IMAGEN N°08: Limpieza preliminar del terreno a utilizar.*

*Fuente: Propia.*

### Obtención de la Fibra de Totorá

Este material será extraído de Trujillo. El proceso de secado abarca un periodo de 2 a 4 meses, sin embargo, para esta investigación por motivos de tiempo de ejecución será conseguido en condiciones secas al 100%, por ende, se muestra el traslado hacía el lugar en el que se realizará el cortado de la fibra.



IMAGEN N°09: Obtención y transporte de la fibra de totora seca.

Fuente: Propia.

Se debe desfibrar la totora y cortarla al mismo tamaño nominal de la paja haciendo uso de una máquina desfibradora, para al momento de ser adicionada dicha fibra (de totora) no se dificultará en su trabajabilidad, con un espesor de 2 mm y una longitud que varía entra 1 cm a 3cm, así mismo se separará en bolsas de 2.6 Kg y 800g cada uno para facilitar el traslado.



IMAGEN N°10: Proceso de pesado y desfibrado de la Totorá.

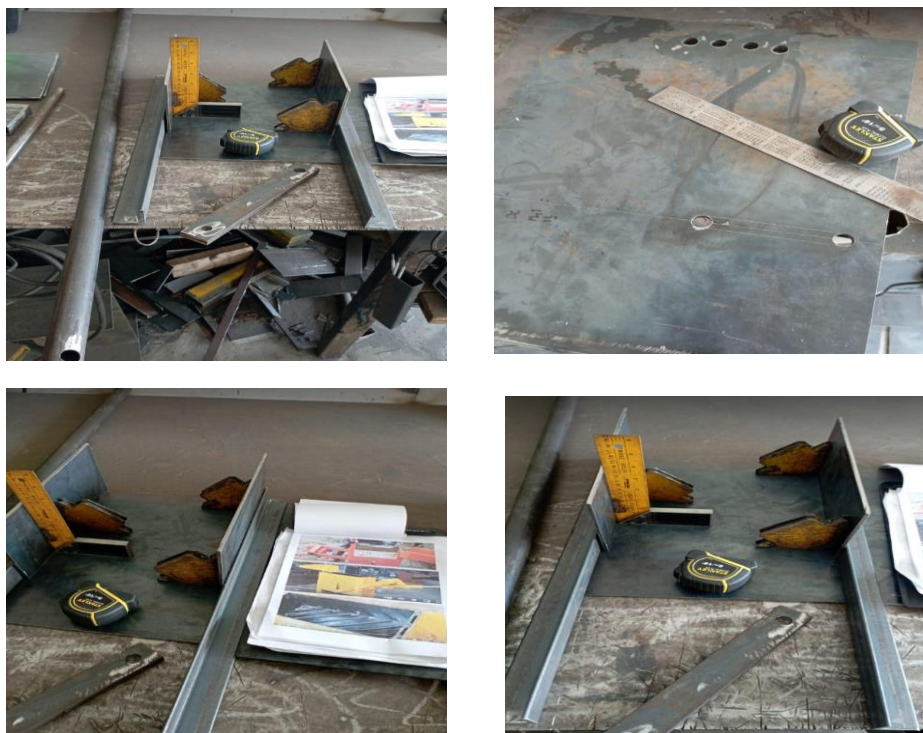
Fuente: Propia.

### **Obtención de la Cal**

La cal es un material comúnmente utilizado en obras para diversas acciones, es por ello que su comercialización es alta y de fácil obtención, es por ello que la cal se obtendrá de la tienda de artículos para el hogar Maestro, ubicado en la Av. Loreto urb. Patasca.

### **Obtención de la Máquina prensadora**

Por ser una máquina no muy común en la ciudad y de difícil accesibilidad, fue enviada a realizar por una empresa dedicada a dicho rubro llamada: que la realizará con las condiciones requeridas para esta investigación.



*IMAGEN N°11: Proceso de fabricación de la máquina prensadora a condiciones específicas.*

*Fuente: Propia.*

### ***Ensayos preliminares para determinar la presencia optima de arcilla***

Para verificar que el suelo destinado es el correcto para poder realizar los bloques de este proyecto se deberán llevar a cabo los siguientes ensayos previos in situ:

### Prueba de cinta de barro



IMAGEN N°12: Realización de la prueba de cinta de barro.

Fuente: Propia.

### Prueba de resistencia seca



IMAGEN N°13: Realización de las bolitas de tierra para realizar prueba.

Fuente: Propia.

Este ensayo se realizó in situ pero para su culminación deberán de esperarse 2 días para poder intentar romperlas y obtener resultados de acuerdo al ensayo.

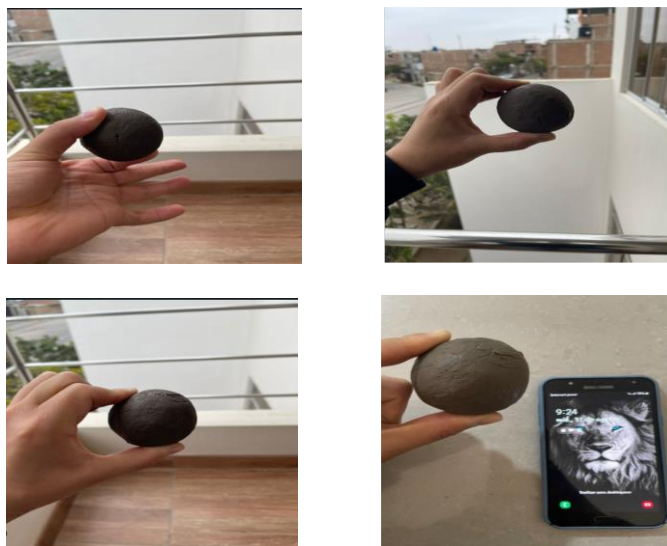


IMAGEN N°14: Realización de la prueba de resistencia seca.

Fuente: Propia.

### *Ensayos realizados al suelo*

#### **Ensayo de Proctor**

Se realizó siguiendo las indicaciones de la NTP 339.141 retirando una muestra considerable de tierra para realizar ensayos de laboratorio a la tierra, los cuales serán: contenido de humedad, granulometría, Proctor, límite líquido y límite plástico.

Para ello se retiró 20 kg por estrato de tierra para poder ser analizada en dicho ensayo. Las dimensiones del Proctor fueron de 1m por 1m y de 1.5m de profundidad, posterior a retirados 50 cm del suelo que se encuentra en la superficie.



IMAGEN N°15: Realización de calicata para estudios de suelos.

Fuente: Propia.

Cabe resaltar que al llegar al 1.10m de excavación se pudo identificar lo que posiblemente era otro estrato, por ende, se retira 20 kg de dicho estrato para poder realizar el ensayo correspondiente.

Al retirar dichas muestras, previo a realizar los ensayos se dejó secándolas en exposición del sol y guardadas en lugares limpios por la noche.



*IMAGEN N°16: Separación y secado de las muestras extraídas.*

*Fuente: Propia.*

Se llevará la muestra secada al sol para poder realizar el ensayo de Proctor sólo a la muestra con la que se realizarán las unidades de tierra reforzada (M1).



*IMAGEN N°17: Realización del ensayo de Proctor modificado.*

*Fuente: Propia.*

### Ensayo de Contenido de Humedad

Se dejó secando por 24 horas en horno una cantidad de 1542.6 kg de la muestra N°01 y 1797.3 Kg para la muestra N°02, con ello se va a realizar el ensayo denominado “contenido de humedad” de dichas muestras.

Transcurridas las 24 horas se retira la muestra y se pesa para así poder saber cuánto ha disminuido en peso, por ende, se sabrá el contenido de humedad que tiene la muestra.



IMAGEN N°18: Realización del ensayo de contenido de humedad.

Fuente: Propia.

### Ensayo de Límite líquido

Con la muestra seca que se utilizó para poder hacer el ensayo de contenido de humedad, se usará para los ensayos de límites, tanto el líquido como el plástico.

Para el límite líquido se usa el ensayo de casa grande guiándonos de la norma N.T.P. 399.129, pasando la muestra por el tamiz N°40 y al ensayar a los 15,25 y 35 golpes para la muestra 01 y 02:



IMAGEN N°19: Realización del ensayo de límite líquido.

Fuente: Propia.

### Ensayo de Límite plástico

Para el límite plástico se usa el ensayo siguiendo los pasos de la norma N.T.P. 399.129, pasando la muestra por el tamiz N°40 para la muestra N°01 y muestra N°02:

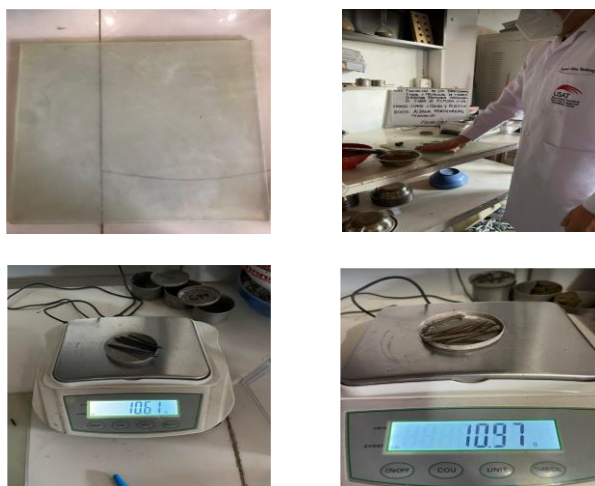


IMAGEN N°20: Realización del ensayo de límite plástico.

Fuente: Propia.

### Ensayo de granulometría

Se procede a realizar los pasos requeridos para realizar el ensayo de granulometría, saturando, lavando la muestra y posterior a ello dejándola secar al horno por 24 horas y pasando la muestra por los tamices requeridos.

Transcurridas las 24 horas se procede a realizar el tamizado a 500 g de muestra y se calculan los pesos retenidos por cada uno de los tamices.



IMAGEN N°21: Realización del ensayo de granulometría.

Fuente: Propia.

### ***Ensayo de compresión en cubos de barro***

Siguiendo las especificaciones de la norma E.080 se realizaron los cubos únicamente de tierra con agua, dichos cubos deberán resistir más de 10.2 kgf.



*IMAGEN N°22: Realización del ensayo de compresión en cubos de barro.*

*Fuente: Propia.*

### ***Ensayo de tracción indirecta***

Siguiendo las especificaciones de la norma E.080 se realizaron las probetas de barro para poder hacer los ensayos de tracción indirecta.



*IMAGEN N°23: Realización del ensayo de tracción indirecta para probetas de barro.*

*Fuente: Propia.*

### ***Elaboración de adobes convencionales***

Para poder realizar los adobes convencionales se tiene que tener en cuenta primeramente cuáles serán las dimensiones a considerar, para este caso de 25cm x 12.5 cm x 9cm, en vista que conociendo ello se pueden hacer las denominadas adoberas con dichas medidas.

### Dosificación

Posterior a tener los instrumentos y espacio determinados, se procede a realizar los cálculos correspondientes para encontrar una relación (dosificación) de los insumos que se necesitan y encontrar una relación en porcentajes. Para este caso se calcula que la dosificación será en razón de 9:3:3 para cada 12 unidades de adobe realizadas.

DATOS GENERALES	
Peso de balde (tara)	185 g
Peso de 1 balde de tierra s/t	4592 g
Peso de 1 balde de agua s/t	3500 g
Peso de 1 balde de paja s/t	1040 g

TABLA N° 09. Datos generales de la dosificación en baldes y sus pesos.

Fuente: Propia.

Para realizar 12 unidades de adobes se necesitará una dosificación de 9:3:3				
	Peso (gr)		Peso (gr)	%
Tierra	4592	9	41328	75.21%
Agua	3500	3	10500	19.11%
Paja	1040	3	3120	5.68%
Para 24 unidades de adobe se necesitará			54948	100.00%
Para una unidad de adobe se necesitará			4579	

TABLA N° 10. Dosificación calculada para 12 bloques y porcentaje de participación.

Fuente: Propia.

### Obtención de la tierra

Conociendo ellos se extrae una cantidad de 140 kg de tierra que servirán para realizar las unidades convencionales, así como todas las dosificaciones de adobes estabilizados.



IMAGEN N°24: Extracción y traslado de materiales necesarios para realizar bloques convencionales.

Fuente: Propia.

### **Hidratación previa / mezclado**

Es necesario que la mezcla de tierra, agua y paja se realice un día antes de hacer los bloques convencionales, con ello se mejorará la trabajabilidad del suelo en vista que se satura la mezcla para hidratarla por completo con el objetivo las partículas arcillosas y deshacer completamente los terrones para asegurar una mezcla homogénea.

Claramente se deberá de agregar la cantidad mencionada anteriormente en las dosificaciones especificadas y dejar reposar o “dormir” por 24 horas y luego se realizan los bloques.

Se realizarán las unidades de adobe convencionales para fines académicos, con el objetivo de ensayar succión, absorción, alabeo, variación dimensional, resistencia frente a la compresión y módulo de rotura de los mismos.



*IMAGEN N°25: Proceso de hidratación previa para homogenizar la mezcla.*

*Fuente: Propia.*

### ***Moldeado***

Transcurridas las 24 horas y teniendo una mezcla homogénea se procede a realizar los bloques, colocando la mezcla sobre el molde con dimensiones de 25 cm x 12.5 cm x 9 cm. Es recomendable que el molde este humedecido y cubierto de arena en sus caras para facilitar el desmoldado de los bloques.



*IMAGEN N°26: Proceso de moldeado y desencofrado para las unidades convencionales*

*Fuente: Propia.*

### ***Secado y Almacenamiento***

En cuanto culmina dicho proceso se procede a depositar los adobes en el suelo, lugar donde permanecerán libres de alteraciones o intervenciones humanas extras, recalcando que el suelo donde serán asentados cuenta con una capa de 1mm a 2mm de arena, para que los bloques no se peguen directamente con la tierra y pierdan humedad. Serán almacenados durante 14 y 28 días para así poder ensayar los mismos en el tiempo estipulado en esta investigación, dando a entender que logrará obtener su resistencia máxima en ese tiempo estimado. Así mismo es recomendable cubrir los adobes con un plástico durante un lapso de tiempo prudente, para que no tengan ninguna interferencia del ambiente.



*IMAGEN N°27: Proceso de moldeado y desencofrado para las unidades convencionales*

*Fuente: Propia.*

### ***Elaboración de adobes estabilizados***

Para poder realizar los adobes estabilizados se tendrá en cuenta cuáles serán las dimensiones a considerar, para este caso se fabricó la máquina prensadora con un molde en su superficie de 25cm x 12.5 cm x 9cm.

### **Dosificación**

Posterior a tener los instrumentos y espacio determinados, se procede a realizar los cálculos correspondientes para encontrar una relación (dosificación) de los insumos que se necesitan y encontrar una relación en porcentajes para poder con ello calcular los pesos de adición por dosificación que se necesita. Se continúa con la misma dosificación realizada para los bloques convencionales para que tengan las mismas condiciones, por ende, será en razón de 9:3:3 para cada 12 unidades de adobe realizadas.

DOSIFICACIONES GENERALES PARA UNA UNIDAD DE ADOBE	
Para un adobe se necesita	4579 gr de mezcla
El 2% de totora	91.58 gr
El 4% de totora	183.16 gr
El 6% de totora	274.74 gr
El 5% de cal	228.95 gr
El 10% de cal	457.9 gr
El 15% de cal	686.85 gr
De acuerdo a los ensayos a realizar se necesitan 12 unidades, entonces	
Para un adobe se necesita	109896 gr de mezcla
El 2% de totora	2197.92 gr
El 4% de totora	4395.84 gr
El 6% de totora	6593.76 gr
El 5% de cal	5494.8 gr
El 10% de cal	10989.6 gr
El 15% de cal	16484.4 gr

**TABLA N° 11. Dosificación calculada para todas las combinaciones de adobes estabilizados.**

*Fuente: Propia.*

Conociendo ello entonces calculamos los porcentajes de adiciones para la primera dosificación y las combinaciones de la misma.

2% de totora 5% de cal	
Peso mezcla	109896 gr
Peso de totora + cal	7692.72 gr
Cantidad de mezcla a retirar	7692.72 gr

2% de totora 10% de cal	
Peso mezcla	109896 gr
Peso de totora + cal	13187.52 gr
Cantidad de mezcla a retirar	13187.52 gr

2% de totora 15% de cal	
Peso mezcla	109896 gr
Peso de totora + cal	18682.32 gr
Cantidad de mezcla a retirar	18682.32 gr

TABLA N° 12. Peso en gr de mezcla a retirar para la primera dosificación.

Fuente: Propia.

Conociendo ello entonces calculamos los porcentajes de adiciones para la segunda dosificación y las combinaciones de la misma.

4% de totora 5% de cal	
Peso mezcla	109896 gr
Peso de totora + cal	9890.64 gr
Cantidad de mezcla a retirar	9890.64 gr

4% de totora 10% de cal	
Peso mezcla	109896 gr
Peso de totora + cal	15385.44 gr
Cantidad de mezcla a retirar	15385.44 gr

4% de totora 15% de cal	
Peso mezcla	109896 gr
Peso de totora + cal	20880.24 gr
Cantidad de mezcla a retirar	20880.24 gr

TABLA N° 13. Peso en gr de mezcla a retirar para la segunda dosificación.

Fuente: Propia.

Conociendo ello entonces calculamos los porcentajes de adiciones para la tercera dosificación y las combinaciones de la misma.

6% de totora 5% de cal	
Peso mezcla	109896 gr
Peso de totora + cal	12088.56 gr
Cantidad de mezcla a retirar	12088.56 gr

6% de totora 10% de cal	
Peso mezcla	109896 gr
Peso de totora + cal	17583.36 gr
Cantidad de mezcla a retirar	17583.36 gr

6% de totora 15% de cal	
Peso mezcla	109896 gr
Peso de totora + cal	23078.16 gr
Cantidad de mezcla a retirar	23078.16 gr

TABLA N° 14. Peso en gr de mezcla a retirar para la tercera dosificación.

Fuente: Propia.

### Obtención de la tierra, totora y cal

Conociendo ellos se extrae una cantidad de 1000 kg de tierra, 40 kg de totora y 100kg de cal que servirán para realizar las unidades estabilizadas.

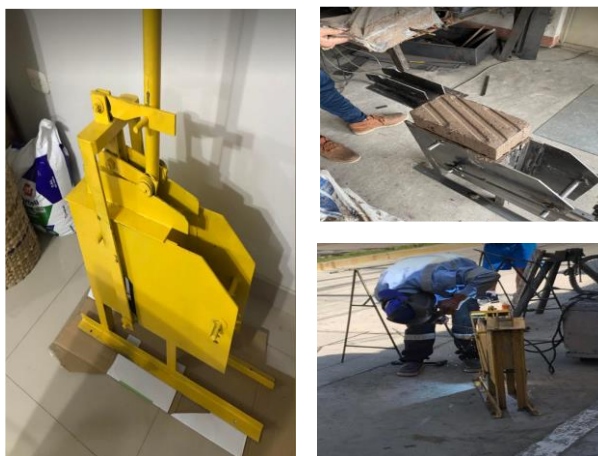


IMAGEN N°28: Obtención y traslado de los materiales necesarios para la elaboración de bloques estabilizados.

Fuente: Propia.

### Hidratación previa / mezclado

Es necesario que la mezcla de tierra, agua, paja, totora y cal se realice un día antes de hacer los bloques convencionales, con ello se mejorará la trabajabilidad del suelo en vista que se satura la mezcla para hidratarla por completo con el objetivo las partículas arcillosas y deshacer completamente los terrones para asegurar una mezcla homogénea.

. Claramente se deberá de agregar la cantidad mencionada anteriormente en las dosificaciones especificadas y dejar reposar o “dormir” por 24 horas y luego se realizan los bloques.

Se realizarán las unidades de adobe convencionales para fines académicos, con el objetivo de ensayar succión, absorción y resistencia frente a la compresión.



*IMAGEN N°29: Hidratación previa y mezclado de los materiales para elaborar bloques estabilizados.*

*Fuente: Propia.*

### ***Moldeado***

Transcurridas las 24 horas y teniendo una mezcla homogénea se procede a realizar los bloques, colocando la mezcla sobre la máquina prensadora con dimensiones de 25 cm x 12.5 cm x 9 cm. Es recomendable que las paredes de la máquina estén humedecidas y cubiertas de arena para facilitar el desmoldado de los bloques.



*IMAGEN N°30: Moldeado de los bloques en la máquina prensadora.*

*Fuente: Propia.*

### ***Secado y Almacenamiento***

En cuanto culmina dicho proceso se procede a depositar los adobes en el suelo, lugar donde permanecerán libres de alteraciones o intervenciones humanas extras, recalcando que el suelo donde serán asentados cuenta con una capa de 1mm a 2mm de arena, para que los bloques no se peguen directamente con la tierra y pierdan humedad. Serán almacenados durante 14 y 28 días para así poder ensayar los mismos en el tiempo estipulado en esta investigación, dando a entender que logrará obtener su resistencia máxima en ese tiempo estimado. Así mismo es recomendable cubrir los adobes con un plástico durante un lapso de tiempo prudente, para que no tengan ninguna interferencia del ambiente.



*IMAGEN N°31: secado y almacenamiento de los bloques estabilizados.*

*Fuente: Propia.*

### ***Ensayos a los adobes convencionales y estabilizados***

#### ***Ensayo de Resistencia a la compresión***

Para realizar este ensayo se deberá hacer el refrentado de la cara que tendrá contacto con la máquina para así lograr una superficie uniforme donde se accionará la carga y garantizar que con ello se transmita de forma uniforme, así como se menciona en la NTP 399.604 y 399.613

La medición se obtiene N/cm<sup>2</sup>.

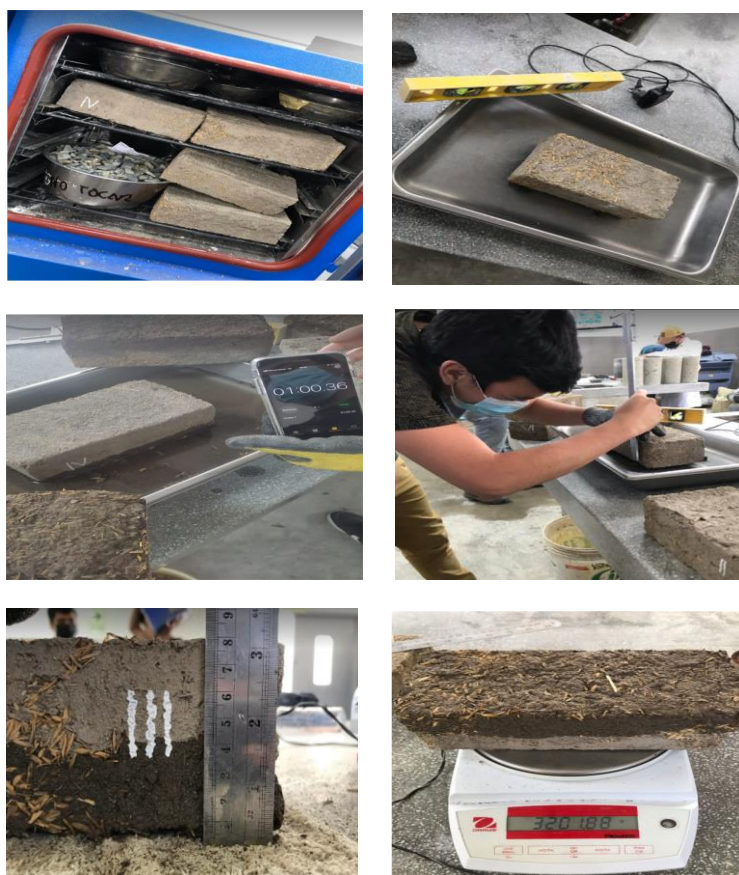


*IMAGEN N°32: Realización del ensayo a compresión de los bloques convencionales y estabilizados.*

*Fuente: Propia.*

### ***Ensayo de Succión***

Para la realización de este ensayo se deberá en primer lugar dejar las muestras por un periodo de 24 horas en horno a una temperatura de 110 °C, después de transcurrir el tiempo se extrae la unidad y se pesa, posteriormente se coloca una bandeja que previamente se debe nivelar para garantizar que el bloque entre en contacto con el agua de forma homogénea, . Finalmente, se pesa para obtener un aumento de peso, teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas en la NTP 399.604 y 399.613. La medición es en gr/cm<sup>2</sup>



*IMAGEN N°33: Realización del ensayo de succión de los bloques convencionales y estabilizados.*

*Fuente: Propia.*

### ***Ensayo de Absorción***

Para el procedimiento de este ensayo primero se deja las muestras en el horno por 24 horas, después se pesa y se sumerge en agua por otras 24 horas más. Finalmente, extraes la unidad sumergida y se pesa. La medición es en porcentaje y se considera lo mencionado en la NTP 399.604 y 399.613.



IMAGEN N°34: Realización del ensayo de absorción de los bloques convencionales y estabilizados.

Fuente: Propia.

### ***Ensayo de Alabeo***

Para el ensayo se midió la concavidad y convexidad mediante el uso de cuñas y regla de acero en cm para medir las deformaciones del bloque, como se menciona en la NTP 399.604 y 399.613. La medición se obtiene en milímetros.



IMAGEN N°35: Realización del ensayo de alabeo de los bloques convencionales.

Fuente: Propia.

### ***Ensayo de Variación de Dimensiones***

Para este ensayo se mide el largo, ancho y alto de cada unidad mediante el uso de la herramienta pie de rey, como se menciona en la NTP 399.604 y 399.613. La medición se obtiene en porcentaje



*IMAGEN N°36: Realización del ensayo de variación dimensional de los bloques convencionales.*

*Fuente: Propia.*

### ***Ensayo de Módulo de Rotura***

Para este ensayo se somete a cada unidad a una fuerza compresora apoyando la unidad sobre soportes y aplicando la carga sobre un tercer soporte ubicado en el punto central del lado de apoyo, como se menciona en la NTP 399.604 y 399.613. La medición se obtiene en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .



*IMAGEN N°37: Realización del ensayo de módulo de rotura de los bloques.*

*Fuente: Propia.*

### ***Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas***

Para este ensayo se somete a cada pila de 0.36 m unidas con mortero de barro, a una fuerza compresora similar a como se ejecuta el ensayo de resistencia a la compresión, debiendo alcanzar como mínimo un valor de  $6.12 \text{ kg/cm}^2$ , como se menciona en la norma de adobe peruana. La medición se obtiene en  $\text{kg/cm}^2$ .



*IMAGEN N°38: Realización del ensayo de resistencia a la compresión en pilas de los bloques.*

*Fuente: Propia.*

### ***Ensayo de Resistencia a la Compresión en Muretes***

Para este ensayo se somete a cada murete de  $0.65 \text{ m} \times 0.65 \text{ m}$  x el espesor de las unidades, a una fuerza compresora, debiendo alcanzar como mínimo un valor de  $0.25 \text{ kg/cm}^2$ , como se menciona en la norma de adobe peruana. La medición se obtiene en  $\text{kg/cm}^2$ .



*IMAGEN N°39: Realización del ensayo de resistencia a la compresión en muretes de los bloques.*

*Fuente: Propia.*

### ***Ensayo de Inundación Simulada***

Para este se somete a cada murete de estudio a un flujo continuo de agua empleando pequeñas pozas que garanticen un nivel de agua de 15 cm. Luego de ello se determina como va incrementando la capilaridad en el muro, monitoreando por cada 10 minutos cuánto aumenta dicha altura. El ensayo se lleva a cabo hasta que el muro caiga. También se determina la cantidad de agua que el muro absorbe, analizando el volumen de agua dentro de la poza y su variación en el tiempo. Tanto para el análisis de la ascensión capilar como para la variación en la cantidad de agua en la poza, se medirán en centímetros



***IMAGEN N°40: Realización del ensayo de inundación simulada en muretes de los bloques.***

***Fuente: Propia.***

## Resultados y discusión

### Ensayos preliminares para determinar la presencia óptima de arcilla

Para determinar que el suelo destinado es el correcto para poder realizar los bloques se realizaron una serie de ensayos que arrojaron los siguientes resultados:

#### Prueba de cinta de barro

ENSAYO	INDICADOR	M01	M02	M03
PRUEBA DE CINTA DE BARRO	El rollo alcanza los 5 cm de longitud	NO	NO	NO
	El rollo alcanza una longitud entre los 10 cm a 20 cm	SI	SI	SI
	El rollo alcanza una longitud mayor de 20 cm	NO	NO	NO
CONDICIÓN		APTO		

TABLA N° 15. Resultados para el ensayo denominado prueba de cinta de barro.

Fuente: Propia.

Según los resultados obtenidos, podemos ver que de las 3 muestras realizadas todas cumplen con la condición estimada en la norma E.080, alcanzando las cintas una longitud entre 10cm a 20cm y por ende cuenta con presencia de arcilla apta.

#### Prueba de resistencia seca

ENSAYO	INDICADOR	M01	M02	M03
PRUEBA DE RESISTENCIA SECA	Se rompe y/o agrieta la bolita	NO	NO	NO
	No se rompe ni agrieta la bolita	SI	SI	SI
CONDICIÓN		APTO		

TABLA N° 16. Resultados para el ensayo denominado prueba de resistencia seca.

Fuente: Propia.

Según los resultados obtenidos, podemos percatarnos que ninguna de las bolitas realizadas tiende a agrietarse o fisurarse, por ende, se entiende que es un suelo con suficiente presencia de arcilla, ósea apto.

## Ensayo proctor

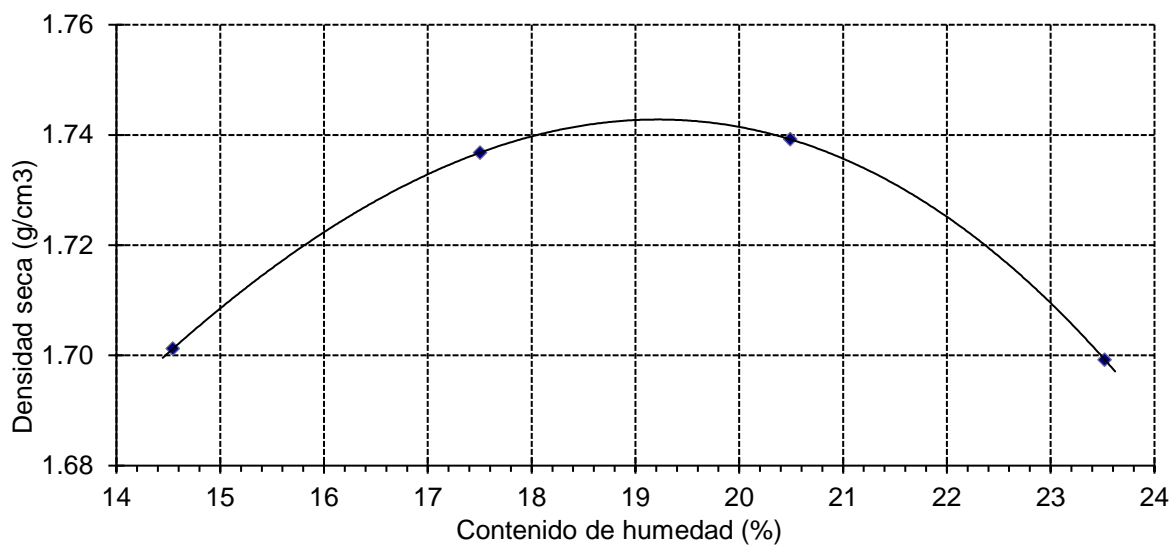
Para este ensayo se necesitarán 20 kg de tierra aproximadamente, y solo se llevará a cabo el ensayo de la primera muestra M01 en vista que con ella se trabajará.

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5301	5385	5435	5438
2.- Peso del molde	(g)	3524	3524	3524	3524
3.- Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	911.9	911.9	911.9	911.9
4.- Densidad húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.949	2.041	2.096	2.099
5.- Nº de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	437.1	478.5	471.2	474.5
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	386.7	412.6	397.3	391
8.- Peso del agua	(g)	50.4	65.9	73.9	83.5
9.- Peso de la tara	(g)	40.2	36.1	36.7	36
10.- Peso de suelo seco	(g)	346.5	376.5	360.6	355
11.- Contenido de humedad	(%)	<b>14.55</b>	<b>17.50</b>	<b>20.49</b>	<b>23.52</b>
12.- Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.701</b>	<b>1.737</b>	<b>1.739</b>	<b>1.699</b>

Máxima Densidad Seca	1.743	g/cm <sup>3</sup>
Óptimo Contenido de Humedad	19.2	%

TABLA N° 17. Resultados para el ensayo Proctor modificado.

Fuente: Propia.



GRÁFICA N° 01. Gráfica de la densidad seca vs contenido de humedad para el ensayo de Proctor modificado.

Fuente: Elaboración de laboratorio.

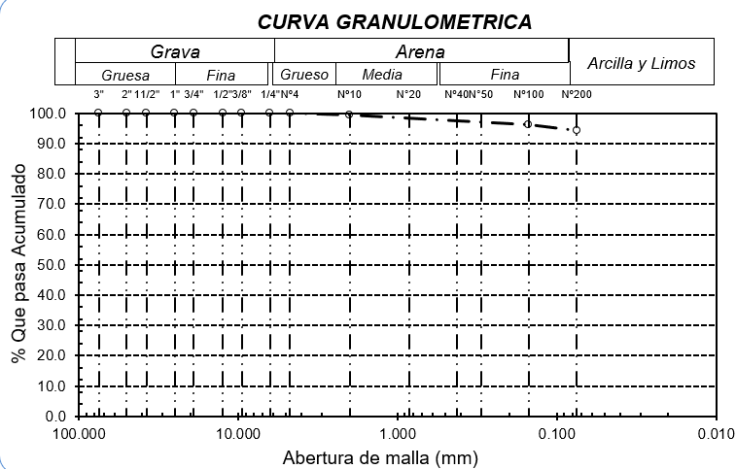
## Ensayo de contenido de humedad y granulometría

Para la primera muestra M01:

<b>Analisis Granulométrico por tamizado</b>			
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	0.0	100.0
Nª 4	4.750	0.0	100.0
Nª 10	2.000	0.5	99.5
Nª 20	0.850	0.7	99.3
Nº 50	0.300	1.4	98.6
Nª 100	0.150	3.7	96.3
Nº 200	0.075	5.8	94.2
<b>Distribución granulométrico</b>			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G. F %	0.0	0.0
	A.G %	0.5	
% Arena	A.M %	0.4	
	A.F %	4.9	5.8
% Arcilla y Limo		94.2	94.2
<b>Total</b>			100.0
<b>Contenido de Humedad</b>			24.5

TABLA N° 18. Resultados del ensayo contenido de humedad y granulometría de la M01.

Fuente: Propia.



GRÁFICA N° 02. Gráfica de la curva granulométrica de la M01.

Fuente: Elaboración de laboratorio.

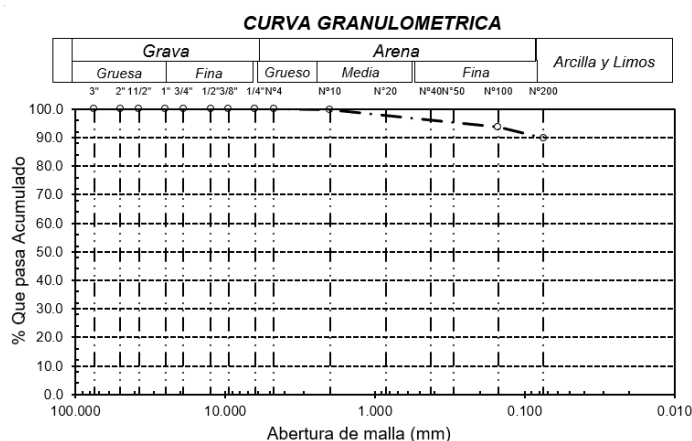
Según los resultados obtenidos el suelo tiene una composición del 5.8 % de arena y 94.2% de arcilla y limo para la M01.

Para la segunda muestra M02:

<b>Analisis Granulométrico por tamizado</b>			
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	0.0	100.0
Nª 4	4.750	0.0	100.0
Nª 10	2.000	0.2	99.8
Nª 20	0.850	0.3	99.7
Nª 50	0.300	0.9	99.1
Nª 100	0.150	6.3	93.7
Nª 200	0.075	10.2	89.8
<b>Distribución granulométrico</b>			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G. F %	0.0	0.0
	A.G %	0.2	
% Arena	A.M %	0.4	
	A.F %	9.6	10.2
% Arcilla y Limo		89.8	89.8
<b>Total</b>			100.0
<b>Contenido de Humedad</b>			27.1

TABLA N° 19. Resultados del ensayo contenido de humedad y granulometría de la M02.

Fuente: Propia.



GRÁFICA N° 03. Gráfica de la curva granulométrica de la M02.

Fuente: Elaboración de laboratorio.

Según los resultados obtenidos el suelo tiene una composición del 10.2 % de arena y 89.8% de arcilla y limo para la M02.

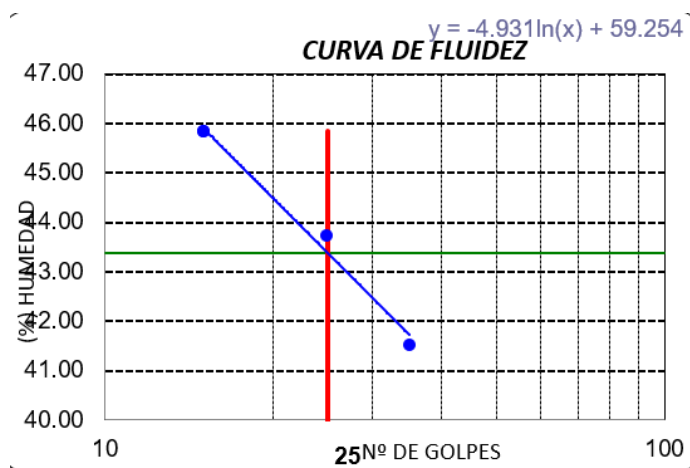
## Ensayo de límite líquido y límite plástico

En la siguiente tabla se observa los resultados de la primera muestra de suelo M01.

<b>Ensayo de Límite de Atterberg</b>			
Límite líquido (LL)	NP	43.38	(%)
Límite Plástico (LP)	NP	19.50	(%)
Índice Plástico (IP)	NP	23.88	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)			<b>CL</b>
Descripción del suelo			<b>Arcilla de baja plasticidad</b>
Clasificación (AASHTO)			A-7-6 (14)

TABLA N° 20. Resultados del ensayo límite de Atterberg para la M01.

Fuente: Propia.



GRÁFICA N° 04. Gráfica de la curva de fluidez para la M01.

Fuente: Elaboración de laboratorio.

Según los resultados obtenidos el suelo se clasifica en un suelo de arcilla de baja plasticidad.

En la siguiente tabla se observa los resultados de la primera muestra de suelo M02.

<b>Ensayo de Límite de Atterberg</b>			
Límite líquido (LL)	NP	32.87	(%)
Límite Plástico (LP)	NP	15.18	(%)
Índice Plástico (IP)	NP	17.69	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)			<b>CL</b>
Descripción del suelo			<b>Arcilla de baja plasticidad</b>
Clasificación (AASHTO)			A-6 (11)

TABLA N° 21. Resultados del ensayo límite de Atterberg para la M02.

Fuente: Propia.



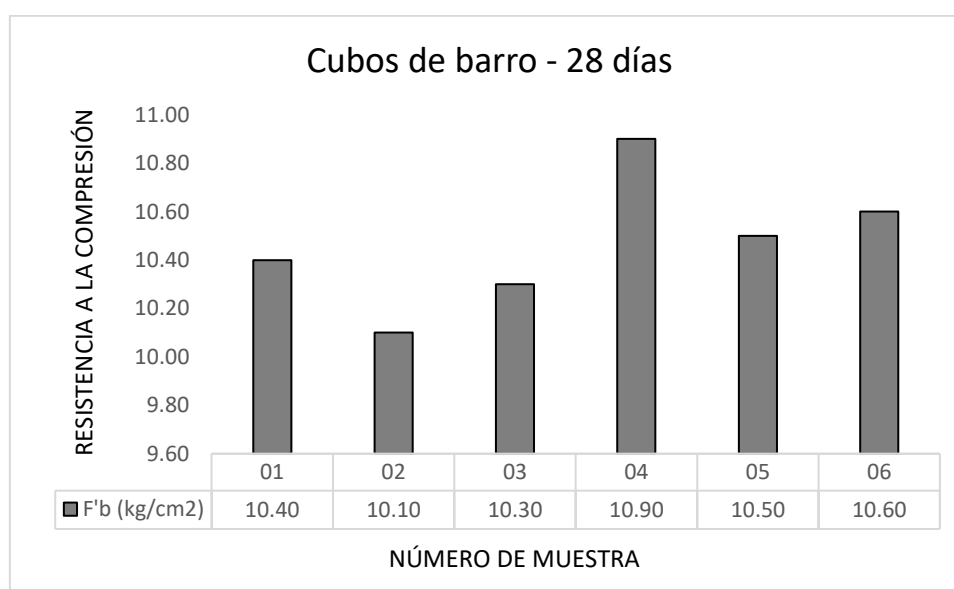
Conociendo los resultados anteriores se entiende que en realidad era un mismo estrato solo que cambiaba el porcentaje de agua en el mismo, por ende el cambio de color en las muestras, entonces se decide escoger la primera muestra es decir M01, con la cual se trabajarán todos bloques por motivos de facilidad en su extracción ya que se recolectará solo entre los 00 cm hasta los 110 cm de profundidad y además de ello es óptimo porque cuenta con el porcentaje idóneo de arcilla para realizar los bloques.

### Ensayo de compresión en cubos

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	CUBOS DE TIERRA	100.00	1040.00	10.40
02	CUBOS DE TIERRA	100.00	1010.00	10.10
03	CUBOS DE TIERRA	100.00	1030.00	10.30
04	CUBOS DE TIERRA	100.00	1090.00	10.90
05	CUBOS DE TIERRA	100.00	1050.00	10.50
06	CUBOS DE TIERRA	100.00	1060.00	10.60
Promedio				<b>10.47</b>

TABLA N° 23. Resultados del ensayo de resistencia a compresión de los cubos de barro.

Fuente: Propia.



GRÁFICA N° 06. Gráfica de barras para cubos de barro a los 28 días frente a compresión.

Fuente: Propia.

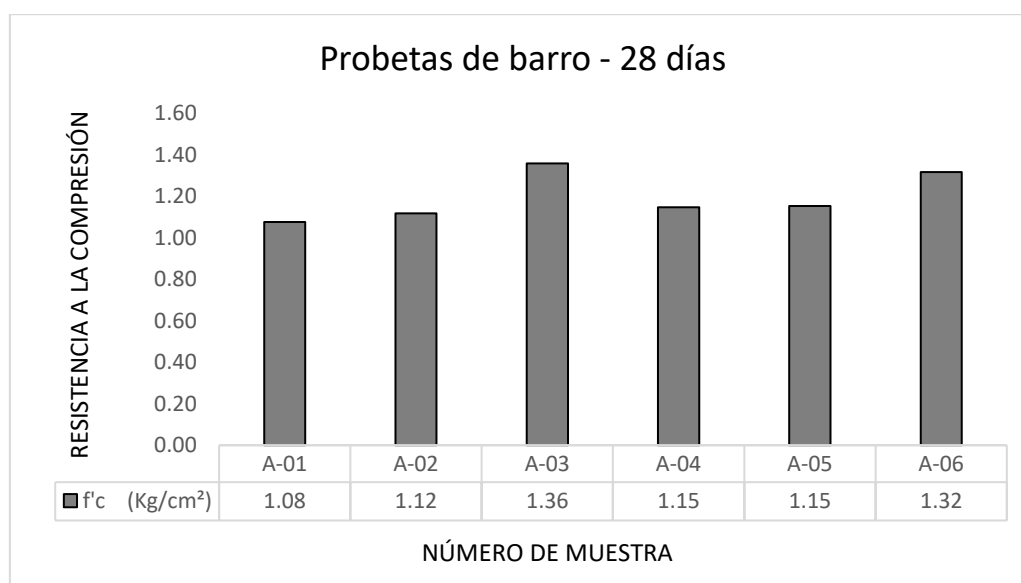
Se puede observar que los resultados arrojados al promediar 6 unidades ensayadas, supera la resistencia brindada por la norma E.080 de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>, los cubos de tierra si superan la resistencia requerida.

### Ensayo de tracción indirecta

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )
A-01	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	760	1.08
A-02	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	790	1.12
A-03	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	960	1.36
A-04	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	810	1.15
A-05	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	815	1.15
A-06	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	930	1.32

TABLA N° 24. Resultados del ensayo de tracción indirecta a probetas de barro.

Fuente: Propia.



GRÁFICA N° 07. Gráfica de barras para probetas de barro a los 28 días frente a compresión.

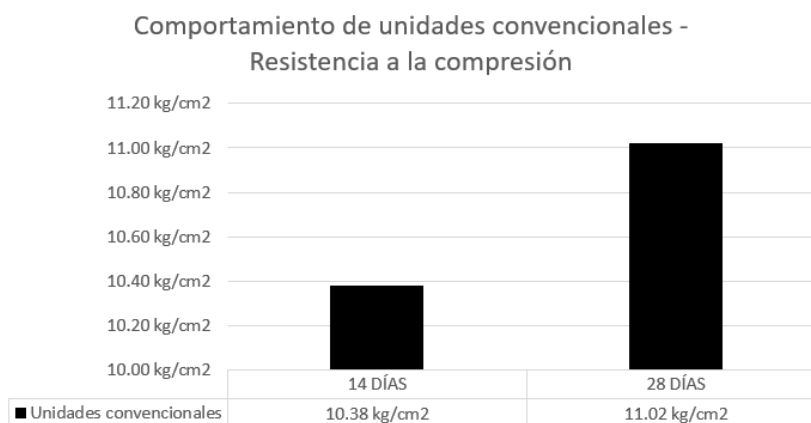
Fuente: Propia.

Se puede observar que los resultados arrojados al promediar 6 unidades ensayadas, supera la resistencia brindada por la norma E.080 de 0.82 kg/cm<sup>2</sup>, las probetas de barro si superan la resistencia requerida.

## Ensayo de resistencia a la compresión

### Ensayo de resistencia a compresión para unidades convencionales

A continuación se presentan los resultados de resistencia alcanzados por las unidades convencionales a 14 y 28 días de curado.



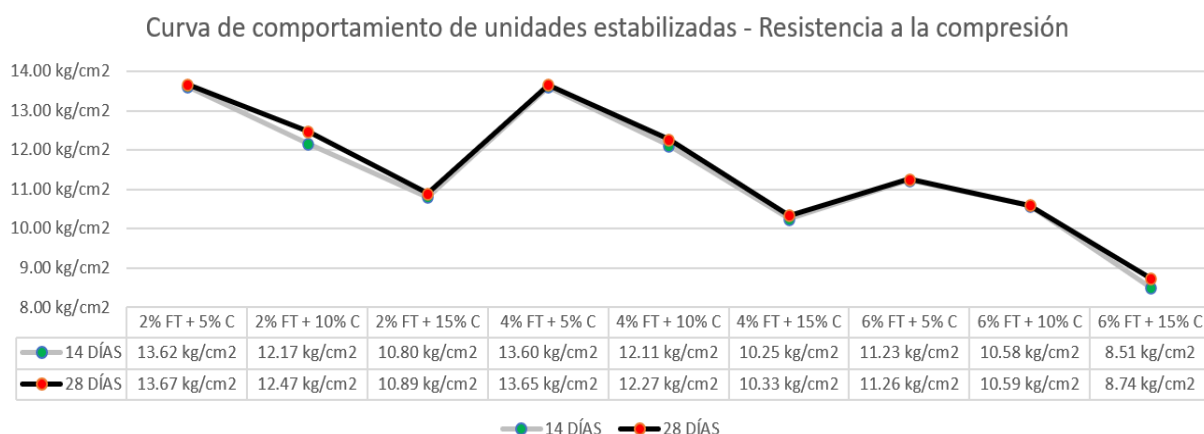
GRÁFICA N° 08. Gráfica de barras para unidades convencionales a los 14 y 28 días frente a compresión.

Fuente: Propia.

Se puede observar que los resultados arrojados al promediar 6 bloques en dos tiempos diferentes, tanto para 14 y 28 días respectivamente ambos superan la resistencia mínima requerida por la norma E.080 de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo vemos que la resistencia a los 28 días es mayor con un promedio general de 11.02 kg/cm<sup>2</sup> resistencia que se utilizará para comparar con las estabilizadas.

### Ensayo de resistencia a compresión para unidades estabilizadas

Como se planteó en la metodología, para estudiar las unidades estabilizadas se analizará, en este caso, su comportamiento a la resistencia a la compresión empleando diversas combinaciones de dosificaciones, contemplando la fibra de totora en razón de 2%, 4% y 6%, mientras que la cal se contempló en razón de 5%, 10% y 15%. A continuación se muestra la curva de comportamiento de las diferentes combinaciones planteadas a 14 y 28 días de curado.



GRÁFICA N° 09. Curva de comportamiento de unidades estabilizadas frente a la resistencia a la compresión a 14 y 28 días de curado.

Fuente: Propia.

Como se puede apreciar al inferior de la gráfica, se presentan los resultados de resistencia alcanzado para cada combinación y cada tiempo de curado, siendo FT (Fibra de totora) y C (Cal). En función a ello se planteó que los mejores resultados obtenidos serán para todas las unidades que cumplen 28 días de secado, es por ello que se comparan los 3 mejores resultados teniendo, así como mejor resultado seleccionado de la primera dosificación la incorporación de 2% de Totora con 5% de cal con una resistencia de 13.67 kg/cm<sup>2</sup>.

## Ensayo de succión

### Ensayo de succión para unidades convencionales

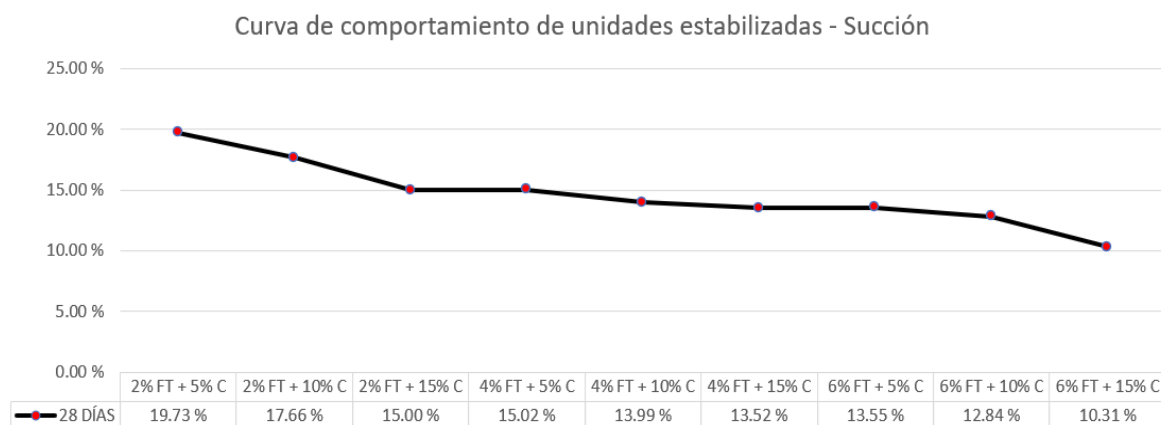
Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE CONVENCIONAL	3236.40	3176.57	38.29
02	ADOBE CONVENCIONAL	3145.68	3118.85	17.17
03	ADOBE CONVENCIONAL	3201.88	3150.89	32.63
04	ADOBE CONVENCIONAL	3261.77	3206.53	35.35
05	ADOBE CONVENCIONAL	3236.21	3214.45	13.93
06	ADOBE CONVENCIONAL	3230.54	3197.96	20.85
Promedio				<b>26.37</b>

TABLA N° 25. Resultados del ensayo de succión a unidades convencionales a 28 días de curado.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 6 bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de succión de 26.37% para bloques convencionales, dato que será posteriormente comparado con los resultados de bloques estabilizados.

### Ensayo de succión para unidades estabilizadas



GRÁFICA N° 10. Curva de comportamiento de unidades estabilizadas frente a la succión a 28 días de curado.

*Fuente: Propia.*

Como se puede apreciar al inferior de la gráfica, se presentan los resultados de succión alcanzado para cada combinación a 28 días de curado, siendo FT (Fibra de totora) y C (Cal). En función a ello se planteó que los mejores resultados obtenidos para succión serán 2% de totora con 5% de cal, 4% de totora con 5% de cal y 6% de totora con 5% de cal, a pesar de que los resultados no son los óptimos comparados con las demás combinaciones, se seleccionan por el comportamiento que tuvieron frente al ensayo y por ende los resultados más fiables. Sabiendo ello se compara los resultados y vemos que el valor máximo alcanzado es el de 6% de totora con 5% de cal, por una variación mínima a comparación de la segunda dosificación, sin embargo, guiados por los demás ensayos de resistencia a la compresión y absorción, en todos vemos un mejor comportamiento para la segunda dosificación (4% de totora y 5% de cal) es por ello que se seleccionará como la mejor dosificación con mejor comportamiento antes ensayos realizados.

## Ensayo de absorción

### Ensayo de absorción para unidades convencionales

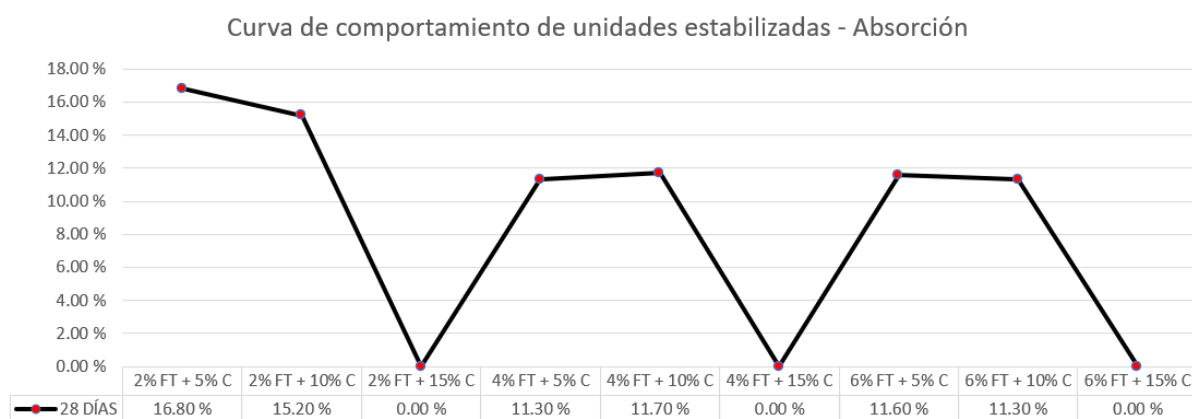
Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	ADOBE CONVENCIONAL	3760	3109	20.9
02	ADOBE CONVENCIONAL	4111	3231	27.2
03	ADOBE CONVENCIONAL	3707	3107	19.3
04	ADOBE CONVENCIONAL	3711	3109	19.4
05	ADOBE CONVENCIONAL	3925	3110	26.2
06	ADOBE CONVENCIONAL	4111	3218	27.7
Promedio				<b>23.5</b>

TABLA N° 26. Resultados del ensayo de absorción a unidades convencionales a 28 días de curado.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 6 bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de absorción de 23.50% para bloques convencionales, dato que será posteriormente comparado con los resultados de bloques convencionales y estabilizados, es necesario mencionar que solo se mantuvo bajo el agua un tiempo de 6 horas en vista que de lo contrario no se podría realizar el ensayo, así mismo el porcentaje disminuye también en vista del desmoronamiento y por ende, pérdida de peso del bloque en cuanto se realiza el ensayo.

### Ensayo de absorción para unidades estabilizadas



GRÁFICA N° 11. Curva de comportamiento de unidades estabilizadas frente a la absorción a 28 días de curado.

Fuente: Propia.

Como se puede apreciar al inferior de la gráfica, se presentan los resultados de succión alcanzado para cada combinación a 28 días de curado, siendo FT (Fibra de totora) y C (Cal). En función a ello se planteó que los mejores resultados obtenidos para absorción será 2% de totora con 5% de cal, 4% de totora con 5% de cal y 6% de totora con 5% de cal, a pesar de que los resultados no son los óptimos comparados con las demás combinaciones, se seleccionan por el comportamiento que tuvieron frente al ensayo y por ende los resultados más fiables. Sabiendo ello se compara los resultados y vemos que el valor máximo alcanzado es el de 4% de totora con 5% de cal, por una variación mínima a comparación de la tercera dosificación, sin embargo, guiados por los demás ensayos de resistencia a la compresión y succión, en todos vemos un mejor comportamiento para la segunda dosificación (4% de totora y 5% de cal) es por ello que se seleccionará como la mejor dosificación con mejor comportamiento antes ensayos realizados.

## Ensayo de variación dimensional

### Ensayo de variación dimensional para unidades convencionales

Muestra Nº	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Adobe Convencional	228.00	114.00	76.00
02	Adobe Convencional	227.00	113.25	77.75
03	Adobe Convencional	228.00	114.25	76.00
04	Adobe Convencional	224.75	113.25	77.50
05	Adobe Convencional	228.00	114.00	76.25
06	Adobe Convencional	226.00	112.25	76.25
07	Adobe Convencional	228.75	113.25	76.50
08	Adobe Convencional	229.00	115.00	75.50
09	Adobe Convencional	226.50	114.25	77.00
10	Adobe Convencional	228.50	114.50	75.75
PROMEDIO		<b>227.45</b>	<b>113.80</b>	<b>76.45</b>
C.V.		<b>0.60%</b>	<b>0.70%</b>	<b>0.97%</b>

TABLA N° 27. Resultados del ensayo de variación dimensional para los bloques convencionales.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 10 bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de variación dimensional para su longitud en un 0.60%, para el ancho un 0.70% y para el alto un 0.97% de variación, estos resultados esperarán para ser comparados con los resultados de bloques estabilizados.

**Ensayo de variación dimensional para unidades estabilizadas con dosificación óptima**

Muestra Nº	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	250.00	125.00	90.00
02	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	249.00	123.00	89.00
03	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	248.00	124.00	89.00
04	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	250.00	125.00	90.00
05	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	249.00	124.00	89.00
06	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	250.00	125.00	90.00
07	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	248.00	124.00	89.00
08	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	249.00	124.00	89.00
09	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	249.00	125.00	89.00
10	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	250.00	125.00	90.00
PROMEDIO		<b>249.20</b>	<b>124.40</b>	<b>89.40</b>
C.V.		<b>0.32%</b>	<b>0.56%</b>	<b>0.58%</b>

TABLA N° 28. Resultados del ensayo de variación dimensional para los bloques estabilizados.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 10 bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de variación dimensional para su longitud en un 0.32%, para el ancho un 0.56% y para el alto un 0.58% de variación. Si comparamos los resultados con los obtenidos para las unidades convencionales, notamos una clara e importante disminución en la variación dimensional de las unidades para todas sus dimensiones.

**Ensayo de alabeo**

**Ensayo de alabeo para unidades convencionales**

ALABEO EN ADOBE					
MUESTRA # / CÓDIGO	% Dosific. ADOBE CONVENCIONAL				
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO		
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	
	mm		mm		
M - 1	0.00	2.00	1.70	0.30	
M - 2	2.20	1.10	0.00	2.00	
M - 3	0.50	0.00	3.00	0.00	
M - 4	0.50	0.00	0.00	2.00	
M - 5	3.50	0.00	0.00	0.00	
M - 6	0.50	0.00	1.50	0.00	
M - 7	1.00	0.50	0.50	1.00	
M - 8	0.00	2.50	2.50	0.30	
M - 9	0.30	0.00	0.00	1.00	
M-10	0.00	0.50	0.50	0.00	
PROMEDIO	<b>0.85</b>	<b>0.66</b>	<b>0.97</b>	<b>0.66</b>	
D.EST. (%)	<b>1.14</b>	<b>0.92</b>	<b>1.13</b>	<b>0.80</b>	

TABLA N° 29. Resultados del ensayo de alabeo para los bloques convencionales.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 10 bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de alabeo para la cara de arriba una concavidad un 1.14% y de convexidad 0.92%, para la cara de abajo una concavidad de 1.13% y convexidad de 0.80%, estos resultados esperarán para ser comparados con los resultados de bloques estabilizados.

**Ensayo de alabeo para unidades estabilizadas con dosificación óptima**

ALABEO EN ADOBE					
MUESTRA	ADOBE CONVENCIONAL				
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO		% Dosific.
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	
# / CÓDIGO	mm		mm		
M - 1	0.00	0.70	0.00	0.10	
M - 2	1.20	0.50	0.00	1.00	
M - 3	0.00	0.00	1.00	0.00	
M - 4	0.50	0.00	0.00	0.00	
M - 5	1.80	0.00	0.00	0.00	
M - 6	0.50	0.00	0.20	0.00	
M - 7	0.00	0.00	0.00	0.00	
M - 8	0.00	0.00	0.00	0.00	
M - 9	0.30	0.00	0.00	0.60	
M-10	0.00	0.50	0.50	0.00	
PROMEDIO	<b>0.43</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	
D. EST. (%)	<b>0.62</b>	<b>0.28</b>	<b>0.33</b>	<b>0.35</b>	

TABLA N° 30 Resultados del ensayo de alabeo para los bloques estabilizados.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 10 bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de alabeo para la cara de arriba una concavidad un 0.61% y de convexidad 0.28%, para la cara de abajo una concavidad de 0.33% y convexidad de 0.35%.

Si comparamos los resultados con los obtenidos para las unidades convencionales, notamos una clara e importante disminución en el alabeo de las unidades tanto en concavidad como convexidad.

## Ensayo de módulo de rotura

### Ensayo de módulo de rotura para unidades convencionales

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	2.2	22.43	15.55
02	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	1.3	13.26	
03	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	1.0	10.20	
04	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	1.5	15.30	
05	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	1.5	15.30	
06	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	1.4	14.28	

TABLA N° 31 Resultados del ensayo de módulo de rotura para los bloques convencionales.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 6 bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de módulo de rotura de 15.55 kg/cm<sup>2</sup> para bloques convencionales, valor que será comparado con los resultados de las unidades estabilizadas.

### Ensayo de módulo de rotura para unidades estabilizadas con dosificación óptima

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	2.3	23.45	18.86
02	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	1.8	18.35	
03	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	1.4	14.28	
04	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	1.9	19.37	
05	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	1.7	17.33	
06	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	1.8	18.35	

TABLA N° 32 Resultados del ensayo de módulo de rotura para los bloques estabilizados.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 6 bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de módulo de rotura de 18.86 kg/cm<sup>2</sup> para bloques estabilizados. Pudiéndose apreciar un claro incremento en la propiedad de estudio en comparación a los resultados de las unidades convencionales.

## Ensayo de compresión en pilas

### Ensayo de compresión en pilas para unidades convencionales

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F'm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas / pilas convencionales	313	2162	6
02	Prismas / pilas convencionales	252	2293	8
03	Prismas / pilas convencionales	311	2316	7
04	Prismas / pilas convencionales	312	2840	8
05	Prismas / pilas convencionales	310	2421	7
06	Prismas / pilas convencionales	316	2310	7
Promedio				<b>7</b>

TABLA N° 33 Resultados del ensayo de compresión en pilas para los bloques convencionales.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 6 pilas de bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de resistencia a la compresión de 7.00 kg/cm<sup>2</sup> para pilas de bloques convencionales, valor que será comparado con los resultados de las pilas de unidades estabilizadas.

### Ensayo de compresión en pilas para unidades estabilizadas con dosificación óptima

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F'm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3174	10
02	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3089	9
03	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3190	9
04	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3489	10
05	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3160	9
06	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3195	9
Promedio				<b>10</b>

TABLA N° 34 Resultados del ensayo de compresión en pilas para los bloques estabilizados.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 6 pilas de bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de resistencia a la compresión de 10.00 kg/cm<sup>2</sup> para bloques estabilizados. Pudiéndose apreciar un claro incremento en la propiedad de estudio en comparación a los resultados de las pilas de unidades convencionales.

## Ensayo de compresión en muretes

### Ensayo de compresión en muretes para unidades convencionales

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (mm <sup>2</sup> )	Carga (N)	V'm (MPa)
01	Murete convencional	75000	3724	0.04
02	Murete convencional	75000	3891	0.04
03	Murete convencional	75000	3627	0.03
04	Murete convencional	75000	4704	0.04
05	Murete convencional	75000	3822	0.04
06	Murete convencional	75000	3920	0.04
Promedio				<b>0.04</b>

TABLA N° 35 Resultados del ensayo de compresión en muretes para los bloques convencionales.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 6 muretes de bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de resistencia a la compresión de 0.04 kg/cm<sup>2</sup> para muretes de bloques convencionales, valor que será comparado con los resultados de las pilas de unidades estabilizadas.

### Ensayo de compresión en muretes para unidades estabilizadas con dosificación óptima

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (mm <sup>2</sup> )	Carga (N)	V'm (MPa)
01	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	5968	0.06
02	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	7007	0.07
03	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	6370	0.06
04	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	6664	0.06
05	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	6693	0.06
06	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	6811	0.06
Promedio				<b>0.06</b>

TABLA N° 36 Resultados del ensayo de compresión en muretes para los bloques estabilizados.

Fuente: Propia.

Se puede observar en los resultados arrojados que, al promediar 6 muretes de bloques con un tiempo de secado de 28 días y realizarle el ensayo correspondiente se tendrá un promedio de resistencia a la compresión de 0.06 kg/cm<sup>2</sup> para muretes de bloques estabilizados. Pudiéndose apreciar un ligero incremento en la propiedad de estudio en comparación a los resultados de los muretes de unidades convencionales.

## Ensayo de inundación simulada

### Ensayo de inundación simulada para unidades convencionales

#### Ascensión por capilaridad

MURETE DE ADOBES CONVENCIONALES					
DÍA DE ENSAYO	HORA DE MEDICIÓN	TIEMPO TRANSCURRIDO	ANÁLISIS DE CAPILARIDAD		
			NIVEL DE ASCENSIÓN CAPILAR	$\Delta h$	$\Delta h$ acumulado
			cm	cm	cm
DÍA 01	14:00	00:00	15.00	0.00	0.00
	14:10	00:10	16.20	1.20	1.20
	14:20	00:20	17.00	0.80	2.00
	14:30	00:30	18.00	1.00	3.00
	14:40	00:40	19.00	1.00	4.00
	14:50	00:50	19.50	0.50	4.50
	15:00	01:00	20.00	0.50	5.00
	15:10	01:10	20.80	0.80	5.80
	15:20	01:20	22.00	1.20	7.00
	15:30	01:30	22.50	0.50	7.50
TIEMPO TOTAL		1 hora y media			

TABLA N° 37 Resultados del ensayo de ascensión por capilaridad en muretes para los bloques convencionales.

Fuente: Propia.

Se puede apreciar que se ensayó un murete de adobes convencionales, para el cual se realizó mediciones cada 10 minutos de cuánto iba incrementando la ascensión capilar en el muro. Obteniéndose que pasada la hora y media de medición, el murete falló.

El resultado de la variación en altura fue determinado y se comparó con los resultados obtenido del murete de adobes estabilizados.

#### Absorción

MURETE DE ADOBES CONVENCIONALES							
DÍA DE ENSAYO	HORA DE MEDICIÓN	TIEMPO TRANSCURRIDO	ANÁLISIS DE ABSORCIÓN				
			NIVEL DE AGUA	$\Delta h$	VOLUMEN ABSORBIDO		VOLUMEN ACUMULADO
			cm	cm	m <sup>3</sup>	litros	litros
DÍA 01	14:00	00:00	15.00	0.00	0.000	0.00	0.00
	14:10	00:10	14.30	0.70	0.003	2.98	2.98
	14:20	00:20	13.60	0.70	0.003	2.98	5.95
	14:30	00:30	13.00	0.60	0.003	2.55	8.50
	14:40	00:40	12.50	0.50	0.002	2.13	10.63
	14:50	00:50	11.80	0.70	0.003	2.98	13.60
	15:00	01:00	11.10	0.70	0.003	2.98	16.58
	15:10	01:10	10.60	0.50	0.002	2.13	18.70
	15:20	01:20	10.00	0.60	0.003	2.55	21.25
	15:30	01:30	9.30	0.70	0.003	2.98	24.23
TIEMPO TOTAL		1 hora y media					

TABLA N° 38 Resultados del ensayo de absorción en muretes para los bloques convencionales.

Fuente: Propia.

Se puede apreciar que se ensayó un murete de adobes convencionales, para el cual se realizó mediciones cada 10 minutos de cuánto iba disminuyendo el nivel de agua dentro del pozo del

ensayo producto de la absorción del muro, terminando la medición en el momento de falla del muro, es decir habiendo pasado la hora y media de iniciado el ensayo.

El resultado de la disminución en altura fue determinado y se comparó con los resultados obtenido del murete de adobes estabilizados.

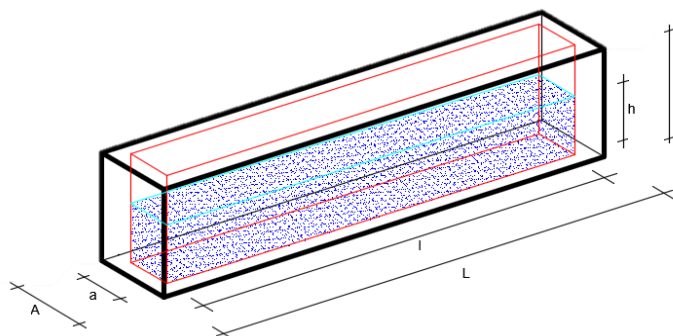


IMAGEN N°41: Isometría de poza de ensayo y nivel de agua para el análisis de absorción de muretes.

Fuente: Propia.

Volumen de agua interno		Volumen de muro sumergido	
a	0.50 m	a	0.13 m
l	1.10 m	l	1.00 m
h	0.15 m	h	0.15 m
Vai	0.083 m <sup>3</sup>	Vms	0.019 m <sup>3</sup>

Volumen de agua neto	
Van	0.064 m <sup>3</sup>

TABLA N° 39 Cálculo de volumen de agua neto de la poza con el muro de análisis.

Fuente: Propia.

Por lo que el volumen de agua neto correspondió a la diferencia del volumen de agua interno y el volumen del muro sumergido. La obtención del volumen de agua absorbido se calculó reemplazando el valor de h por el valor de disminución en cada medida.

**Ensayo de inundación simulada para unidades estabilizadas con dosificación óptima**

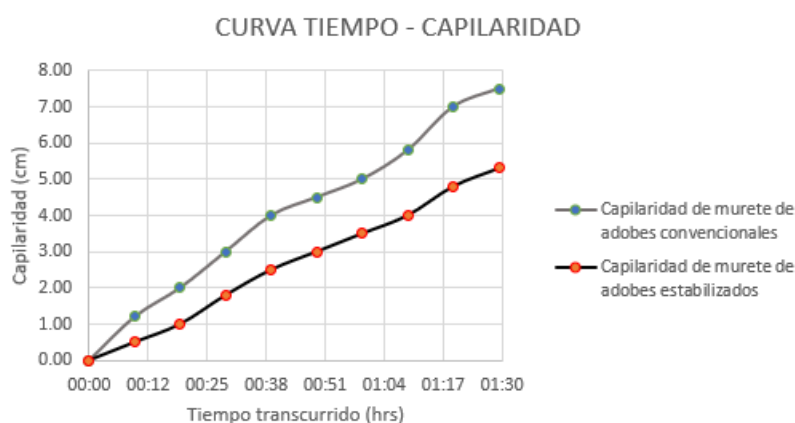
*Ascensión por capilaridad*

MURETE DE ADOBES ESTABILIZADOS					
DÍA DE ENSAYO	HORA DE MEDICIÓN	TIEMPO TRANSCURRIDO	ANÁLISIS DE CAPILARIDAD		
			NIVEL DE ASCENSIÓN CAPILAR	$\Delta h$	$\Delta h$ acumulado
		min	cm	cm	cm
DÍA 01	14:00	00:00	15.00	0.00	0.00
	14:10	00:10	15.50	0.50	0.50
	14:20	00:20	16.00	0.50	1.00
	14:30	00:30	16.80	0.80	1.80
	14:40	00:40	17.50	0.70	2.50
	14:50	00:50	18.00	0.50	3.00
	15:00	01:00	18.50	0.50	3.50
	15:10	01:10	19.00	0.50	4.00
	15:20	01:20	19.80	0.80	4.80
	15:30	01:30	20.30	0.50	5.30
TIEMPO TOTAL		1 hora y media			

TABLA N° 40 Resultados del ensayo de ascensión capilar en muretes para los bloques estabilizados.

Fuente: Propia.

Se puede apreciar que se ensayó un murete de adobes estabilizados, para el cual se realizó de igual manera, mediciones cada 10 minutos de cuánto iba incrementando la ascensión capilar en el muro. Los resultados fueron comparados con los del murete de adobes convencionales, por lo que se obtuvo la siguiente gráfica:



GRÁFICA N° 12. Curva tiempo – capilaridad de murete de adobes convencionales y estabilizados en la primera hora y media de medición.

Fuente: Propia.

Pudiéndose apreciar que existe una clara disminución en la ascensión capilar en lo que a muretes de adobes estabilizados corresponde en comparación con los convencionales.

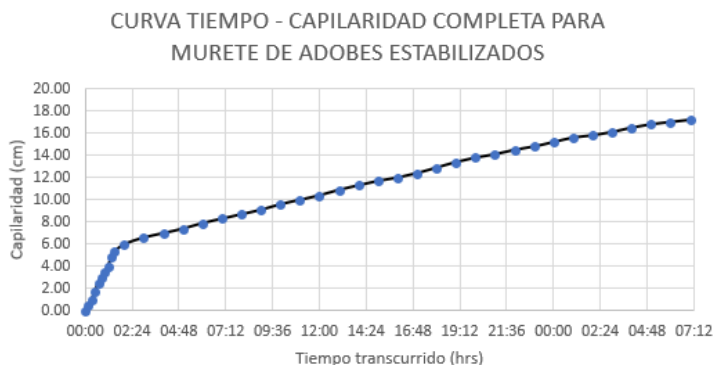
Cabe resaltar, que el murete de adobes estabilizados no falló al mismo tiempo que el murete de adobes convencionales, por lo que el ensayo se siguió realizando hasta lograr dicho fallo, obteniendo lo siguiente:

MURETE DE ADOBES ESTABILIZADOS					
DÍA DE ENSAYO	HORA DE MEDICIÓN	TIEMPO TRANSCURRIDO	ANÁLISIS DE CAPILARIDAD		
			NIVEL DE ASCENSIÓN CAPILAR	$\Delta h$	$\Delta h$ acumulado
			cm	cm	cm
DÍA 01	14:00	00:00	15.00	0.00	0.00
	14:10	00:10	15.50	0.50	0.50
	14:20	00:20	16.00	0.50	1.00
	14:30	00:30	16.80	0.80	1.80
	14:40	00:40	17.50	0.70	2.50
	14:50	00:50	18.00	0.50	3.00
	15:00	01:00	18.50	0.50	3.50
	15:10	01:10	19.00	0.50	4.00
	15:20	01:20	19.80	0.80	4.80
	15:30	01:30	20.30	0.50	5.30
	16:00	02:00	21.00	0.70	6.00
	17:00	03:00	21.60	0.60	6.60
	18:00	04:00	22.00	0.40	7.00
	19:00	05:00	22.40	0.40	7.40
	20:00	06:00	22.90	0.50	7.90
	21:00	07:00	23.30	0.40	8.30
	22:00	08:00	23.70	0.40	8.70
	23:00	09:00	24.10	0.40	9.10
	00:00	10:00	24.60	0.50	9.60
	01:00	11:00	25.00	0.40	10.00
	02:00	12:00	25.40	0.40	10.40
	03:00	13:00	25.90	0.50	10.90
	04:00	14:00	26.30	0.40	11.30
	05:00	15:00	26.70	0.40	11.70
	06:00	16:00	27.00	0.30	12.00
	07:00	17:00	27.40	0.40	12.40
	08:00	18:00	27.90	0.50	12.90
	09:00	19:00	28.40	0.50	13.40
10:00	20:00	28.80	0.40	13.80	
11:00	21:00	29.10	0.30	14.10	
12:00	22:00	29.50	0.40	14.50	
13:00	23:00	29.80	0.30	14.80	
14:00	00:00	30.20	0.40	15.20	
DÍA 02	15:00	01:00	30.60	0.40	15.60
	16:00	02:00	30.80	0.20	15.80
	17:00	03:00	31.10	0.30	16.10
	18:00	04:00	31.50	0.40	16.50
	19:00	05:00	31.80	0.30	16.80
	20:00	06:00	32.00	0.20	17.00
21:00	07:00	32.20	0.20	17.20	
TIEMPO TOTAL		1 día y 7 horas			

TABLA N° 41 Resultados del ensayo de ascensión capilar en muretes para los bloques estabilizados realizado hasta la falla.

Fuente: Propia.

Demostrando que el murete de adobes estabilizados logró soportar 31 horas en las condiciones correspondientes antes de fallar. Expresado de manera gráfica, se puede apreciar lo mostrado a continuación:



GRÁFICA N° 13. Curva tiempo – capilaridad de murete de adobes estabilizados medido hasta el momento de falla.

Fuente: Propia.

Absorción

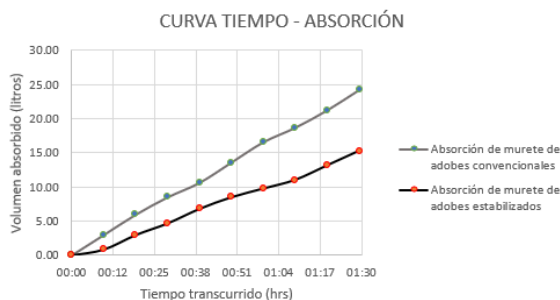
MURETE DE ADOBES ESTABILIZADOS							
DÍA DE ENSAYO	HORA DE MEDICIÓN	TIEMPO TRANSCURRIDO	ANÁLISIS DE ABSORCIÓN				
			NIVEL DE AGUA	Δh	VOLUMEN ABSORBIDO		VOLUMEN ACUMULADO
		min	cm	cm	m <sup>3</sup>	litros	litros
DIA 01	14:00	00:00	15.00	0.00	0.000	0.00	0.00
	14:10	00:10	14.80	0.20	0.001	0.85	0.85
	14:20	00:20	14.30	0.50	0.002	2.13	2.98
	14:30	00:30	13.90	0.40	0.002	1.70	4.68
	14:40	00:40	13.40	0.50	0.002	2.13	6.80
	14:50	00:50	13.00	0.40	0.002	1.70	8.50
	15:00	01:00	12.70	0.30	0.001	1.28	9.78
	15:10	01:10	12.40	0.30	0.001	1.28	11.05
	15:20	01:20	11.90	0.50	0.002	2.13	13.18
15:30	01:30	11.40	0.50	0.002	2.13	15.30	
TIEMPO TOTAL		1 hora y media					

TABLA N° 42 Resultados del ensayo de absorción en muretes para los bloques estabilizados.

Fuente: Propia.

Se puede apreciar que se ensayó un murete de adobes estabilizados, para el cual se realizó de igual manera, mediciones cada 10 minutos de cuánto iba disminuyendo el nivel de agua dentro de la poza. Para poder realizar la medición de volumen se debió tener en consideración las dimensiones internas de la poza y las dimensiones del murete.

Los resultados fueron comparados con los del murete de adobes convencionales, por lo que se obtuvo la siguiente gráfica:



GRÁFICA N° 14. Curva tiempo – absorción de murete de adobes convencionales y estabilizados.

Fuente: Propia.

Pudiéndose apreciar que existe una clara disminución en la absorción en lo que a muretes de adobes estabilizados corresponde en comparación con los convencionales.

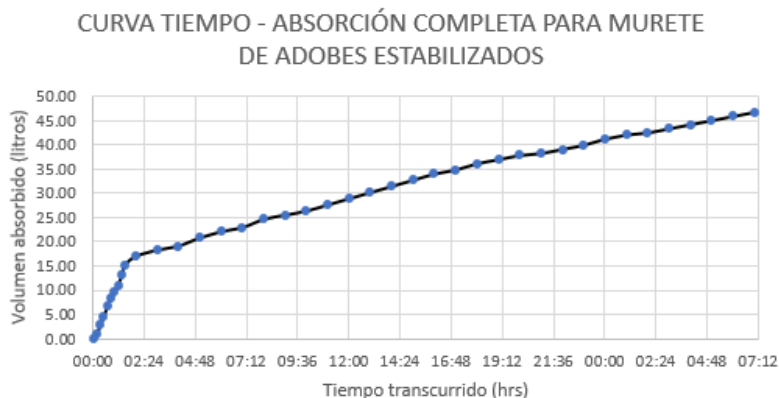
Cabe resaltar, que el murete de adobes estabilizados no falló al mismo tiempo que el murete de adobes convencionales, por lo que el ensayo se siguió realizando hasta lograr dicho fallo, obteniendo lo siguiente:

MURETE DE ADOBES ESTABILIZADOS							
DÍA DE ENSAYO	HORA DE MEDICIÓN	TIEMPO TRANSCURRIDO	ANÁLISIS DE ABSORCIÓN				
			NIVEL DE AGUA	$\Delta h$	VOLUMEN ABSORBIDO		VOLUMEN ACUMULADO
			cm	cm	m <sup>3</sup>	litros	litros
DÍA 01	14:00	00:00	15.00	0.00	0.000	0.00	0.00
	14:10	00:10	14.80	0.20	0.001	0.85	0.85
	14:20	00:20	14.30	0.50	0.002	2.13	2.98
	14:30	00:30	13.90	0.40	0.002	1.70	4.68
	14:40	00:40	13.40	0.50	0.002	2.13	6.80
	14:50	00:50	13.00	0.40	0.002	1.70	8.50
	15:00	01:00	12.70	0.30	0.001	1.28	9.78
	15:10	01:10	12.40	0.30	0.001	1.28	11.05
	15:20	01:20	11.90	0.50	0.002	2.13	13.18
	15:30	01:30	11.40	0.50	0.002	2.13	15.30
	16:00	02:00	11.00	0.40	0.002	1.70	17.00
	17:00	03:00	10.70	0.30	0.001	1.28	18.28
	18:00	04:00	10.50	0.20	0.001	0.85	19.13
	19:00	05:00	10.10	0.40	0.002	1.70	20.83
	20:00	06:00	9.80	0.30	0.001	1.28	22.10
	21:00	07:00	9.60	0.20	0.001	0.85	22.95
	22:00	08:00	9.20	0.40	0.002	1.70	24.65
	23:00	09:00	9.00	0.20	0.001	0.85	25.50
	00:00	10:00	8.80	0.20	0.001	0.85	26.35
	01:00	11:00	8.50	0.30	0.001	1.28	27.63
	02:00	12:00	8.20	0.30	0.001	1.28	28.90
	03:00	13:00	7.90	0.30	0.001	1.28	30.18
	04:00	14:00	7.60	0.30	0.001	1.28	31.45
	05:00	15:00	7.30	0.30	0.001	1.28	32.73
	06:00	16:00	7.00	0.30	0.001	1.28	34.00
	07:00	17:00	6.80	0.20	0.001	0.85	34.85
	08:00	18:00	6.50	0.30	0.001	1.28	36.13
	09:00	19:00	6.30	0.20	0.001	0.85	36.98
10:00	20:00	6.10	0.20	0.001	0.85	37.83	
11:00	21:00	6.00	0.10	0.000	0.42	38.25	
12:00	22:00	5.80	0.20	0.001	0.85	39.10	
13:00	23:00	5.60	0.20	0.001	0.85	39.95	
14:00	00:00	5.30	0.30	0.001	1.28	41.23	
DÍA 02	15:00	01:00	5.10	0.20	0.001	0.85	42.08
	16:00	02:00	5.00	0.10	0.000	0.42	42.50
	17:00	03:00	4.80	0.20	0.001	0.85	43.35
	18:00	04:00	4.60	0.20	0.001	0.85	44.20
	19:00	05:00	4.40	0.20	0.001	0.85	45.05
	20:00	06:00	4.20	0.20	0.001	0.85	45.90
	21:00	07:00	4.00	0.20	0.001	0.85	46.75
TIEMPO TOTAL		1 día y 7 horas					

TABLA N° 43 Resultados del ensayo de absorción en muretes para los bloques estabilizados realizado hasta la falla.

Fuente: Propia.

Demostrando que el murete de adobes estabilizados logró soportar 31 horas en las condiciones correspondientes antes de fallar. Expresado de manera gráfica, se puede apreciar lo mostrado a continuación:



*GRÁFICA N° 15. Curva tiempo – absorción de murete de adobes estabilizados medido hasta el momento de falla.*

*Fuente: Propia.*

### **Análisis económico y factibilidad de uso de adobes mejorados con fibra de totora y cal**

Debido a que la implementación de las adiciones de fibra de totora y cal no implican un cambio en la metodología para la elaboración de unidades de tierra reforzada, el incremento del precio en comparación con las unidades sin adiciones solo corresponde a dichas adiciones y al uso de la máquina prensadora.

Para la obtención del precio de fabricación de las unidades sin adiciones, se consideró los aportes de mano de obra, materiales, herramientas y equipos. Del mismo modo se planteó una producción de 1200 adobes al día para un adobero encargado siendo pagado S/20.00 la hora de trabajo. Así mismo, se obtuvo que el precio del metro cúbico de tierra para hacer adobes equivale a S/30.00, la pajilla equivale a S/0.50 por kilogramo y el agua equivale a S/7.00 el metro cúbico.

Como se trabajó con unidades de 12.50x25.00x9.00 cm, se determinó un valor aproximado de 2.80 kg de tierra necesaria para elaborar una unidad. Un valor de 0.14 kg de pajilla y 0.75 litros de agua. Todo lo anterior descrito puede apreciarse en la tabla a continuación.

Materiales necesarios para la elaboración de 01 unidad de tierra reforzada					
MATERIAL	CANTIDAD		PRECIO	APORTE UNITARIO	
	DE TRABAJO	CONVERTIDA			
TIERRA	2.80 kg	0.0018 m <sup>3</sup>	30.00 soles/m <sup>3</sup>	S/	0.053
PAJILLA	0.14 kg	0.1400 kg	0.50 soles/kg	S/	0.070
AGUA	0.75 lt	0.0008 m <sup>3</sup>	7.00 soles/m <sup>3</sup>	S/	0.005

Mano de obra, herramientas y equipos para la elaboración de 01 unidad de tierra reforzada					
DESCRIPCIÓN	VALORES	CANTIDAD	PRECIO	APORTE UNITARIO	
ADOBERO	1	0.0067	S/	20.00	S/ 0.133
HERRAMIENTAS	-	3%	S/	0.13	S/ 0.004

RENDIMIENTO	1200 adobes/día
-------------	-----------------

Precio por adobe	S/ 0.265
------------------	----------

TABLA N° 44 Resultados del análisis económico de producción de 01 unidad de adobe convencional.

Fuente: Propia.

Como se puede apreciar, el aporte de la mano de obra y el desgaste de herramientas corresponde a un total de S/0.137, mientras que el aporte de los materiales corresponde a un total de S/0.128, dando un total de S/0.265 para elaborar 1 unidad de tierra reforzada sin adiciones.

Realizando el mismo análisis para la elaboración de 1 unidad de tierra reforzada con adición de 4% de fibra de totora y 5% de cal, se determinó que el precio de la fibra de totora correspondió a S/3.00 por kilogramo, mientras que la cal tuvo un precio de S/3.10 por kilogramo. Además, para la elaboración de estas unidades, se hizo uso de una máquina prensadora con un rendimiento de 120 adobes por hora. Cabe resaltar, que las proporciones de los materiales necesitados para la elaboración de unidades sin adiciones, fueron modificadas para que, al agregar las cantidades de adiciones de fibra de totora y cal, estas no alteren el peso final de la unidad. El aporte como tal se puede resumir en la siguiente tabla.

Materiales necesarios para la elaboración de 01 unidad de tierra reforzada					
MATERIAL	CANTIDAD		PRECIO	APORTE UNITARIO	
	DE TRABAJO	CONVERTIDA			
TIERRA	2.62 kg	0.0016 m <sup>3</sup>	30.00 soles/m <sup>3</sup>	S/	0.049
PAJILLA	0.14 kg	0.1400 kg	0.50 soles/kg	S/	0.070
FIBRA DE TOTORA	0.08 kg	0.0800 kg	3.00 soles/kg	S/	0.240
CAL	0.10 kg	0.1000 kg	3.10 soles/kg	S/	0.310
AGUA	0.75 lt	0.0008 m <sup>3</sup>	7.00 soles/m <sup>3</sup>	S/	0.005

Mano de obra, herramientas y equipos para la elaboración de 01 unidad de tierra reforzada					
DESCRIPCIÓN	VALORES	CANTIDAD	PRECIO	APORTE UNITARIO	
ADOBERO	1	0.0083	S/	15.00	S/ 0.125
M. PRENSADORA	1	0.0083	S/	10.00	S/ 0.083
HERRAMIENTAS	-	3%	S/	0.13	S/ 0.004

RENDIMIENTO	960 adobes/día
-------------	----------------

Precio por adobe	S/ 0.886
------------------	----------

TABLA N° 45 Resultados del análisis económico de producción de 01 unidad de adobe estabilizado.

Fuente: Propia.

Como se puede apreciar, el aporte de la mano de obra, el alquiler de la máquina prensadora y el desgaste de herramientas corresponde a un total de S/0.212, mientras que el aporte de los

materiales corresponde a un total de S/0.674, dando un total de S/0.886 para elaborar 1 unidad de tierra reforzada prensada con 4% de adiciones de fibra de totora y 5% de cal.

Estos resultados demuestran un incremento de S/0.62 en el precio final de producción de adobes mejoras en comparación con los adobes sin adiciones. Además de ello, es evidente que el rendimiento disminuye debido a que la máquina prensadora produce un solo adobe por vaciado, mientras que, de manera tradicional, se pueden producir 3 adobes por vaciado, razón por la que el rendimiento en la producción de adobes sin adiciones resulta mayor. Sin embargo, esto también supone una reducción en la paga del adobero, ya que el uso de la prensadora facilita enormemente la producción de adobes. Considerando todo ello, se puede analizar que el incremento del precio de producción es considerable, sin embargo, es importante tener en cuenta que las mejoras en las unidades de tierra reforzada con adiciones, resultan de gran relevancia en la justificación del precio final.

## **Discusión**

La implementación de fibras y cal es un tópico tratado con frecuencia en lo que a estabilización de unidades de tierra reforzada confiere. Y es que, en base a los resultados obtenidos, se puede comparar que por ejemplo un estudio que plantea el uso de fibras naturales como cáñamo, coco, lino y sisal, determinando que la incorporación de fibras naturales mejora significativamente la resistencia a la compresión, mientras que es la cal quien se encarga de las mejoras referentes a la propiedad de absorción. Dentro de las fibra empleadas, fueron las de sisal y lino las más efectivas en mejorar la resistencia de las unidades, mientras que las de cáñamo y coco fueron las más efectivas en mejorar la absorción, sugiriendo que el uso de fibras naturales resulta ser una técnica efectiva para mejorar las propiedades y durabilidad de los bloques de adobe [26], argumento que queda demostrado en esta investigación, puesto que los resultados tanto de resistencia a la compresión como de absorción y succión se ven mejorados por las adiciones de fibra de totora y cal. Similares resultados fueron apreciados al estudiar la adición de cáñamo, sisal, coco y paja con cal y estudiarlos a resistencia a la compresión, absorción y resistencia al hielo-deshielo, obteniendo que son las fibras las que se relacionan directamente con la resistencia a la compresión, mientras que la cal es la que se relaciona con las propiedades de contacto con el agua, sin embargo, se pudo notar que la resistencia al hielo-deshielo no se vio afectada [27]. En función a estas investigaciones, que abordaron temas similares a los expuestos en esta tesis, se puede sustentar lo obtenido para las unidades de adobe estabilizadas empleando fibra de totora y cal.

## Conclusiones

Presentando los resultados enunciados anteriormente y, de acuerdo a los objetivos planteados para la esta investigación, se concluye que:

De todas las combinaciones planteadas de fibra de totora y cal, la que mejor comportamiento presentó frente a la resistencia frente a la compresión fue la de 4% de fibra de totora y 5% de cal, logrando una resistencia de  $13.65 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que las unidades sin adiciones lograron una resistencia de  $11.02 \text{ kg/cm}^2$  pasados los 28 días de curado, demostrando un aumento en la resistencia equivalente a un 23.87%.

De todas las combinaciones planteadas de fibra de totora y cal, la que mejor comportamiento presentó frente a la absorción fue la de 4% de fibra de totora y 5% de cal, alcanzando un valor de absorción de 11.30% frente a los 23.50% que absorbieron las unidades no estabilizadas, logrando una reducción de la absorción equivalente a 51.91%. Logrando dicha mejora debido al aporte de las adiciones pero también por el uso de la máquina prensadora que facilito el cierre de los poros de las unidades logrando que absorban menos humedad.

De todas las combinaciones planteadas de fibra de totora y cal, la que mejor comportamiento presentó frente a la succión fue la de 4% de fibra de totora y 5% de cal, alcanzando un valor de absorción de 15.02% frente a los 26.37% que absorbieron las unidades no estabilizadas, logrando una reducción de la succión equivalente a 43.04%. Logrando dicha mejora debido al aporte de las adiciones pero también por el uso de la máquina prensadora que facilito el cierre de los poros de las unidades logrando que succionen menos humedad.

De los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión, absorción y succión, se obtuvo que la mejor dosificación general para la elaboración de unidades mejoradas correspondió a la de 4% de fibra de totora y 5% de cal.

Con la dosificación definida se realizó el ensayo de módulo de rotura, para el cual se obtuvo un incremento equivalente al 21.28%, pasando de  $15.55 \text{ kg/cm}^2$  a un  $18.86 \text{ kg/cm}^2$  en comparación con las unidades sin adiciones.

Con la dosificación definida se realizaron los ensayos de variación dimensional y alabeo, logrando apreciar que para la variación dimensional (analizando las 3 dimensiones de las unidades) las dimensiones variaron mucho menos de la dimensión del molde original en comparación de las unidades convencionales. Por su parte, se pudo apreciar que las unidades estabilizados mostraron un alabeo inferior tanto en concavidad como en convexidad en comparación con las unidades convencionales. Esto se debió principalmente a la

implementación de la máquina prensadora que permitió obtener unidades más consistentes en lo que a sus dimensiones corresponde.

Con la dosificación definida se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión en pilas y muretes alcanzando una mejora de 34.55% y 50.00% respectivamente, pasando de 7.64 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia promedio de pilas a 10.28 kg/cm<sup>2</sup>, y de 0.04 MPa de resistencia promedio de muretes a 0.06 MPa.

Con la dosificación definida se llevó a cabo el ensayo de inundación simulada en la cual se logró determinar que el muro pasó de fallar en 1.50 horas a hacerlo en 31 horas, evidenciando un claro incremento en la resistencia del muro cuando este se encontraba en las situaciones emuladas en el ensayo. Además de ello, se determinó que para el análisis de la ascensión capilar, la altura pasó de 7.50 cm a 5.30 cm para los adobes convencionales y estabilizados respectivamente en la primera hora y media de medición, y que al momento de falla del murete de adobes estabilizados, este registró una altura de 17.20 cm. Por su parte, para el análisis de absorción, el volumen de agua absorbido pasó de 24.23 litros a 15.30 litros para los adobes convencionales y estabilizados respectivamente en la primera hora y media de medición, y que al momento de falla del murete de adobes estabilizados, este registró un volumen total absorbido de 46.75 litros.

Las unidades mejoradas presentan un incremento en el precio de producción, pasando de S/0.265 para unidades convencionales, a S/0.886, lo que implica un aumento de S/0.62. Sin embargo, el aumento de precio queda justificado al tomar en cuenta las mejoras considerables en todas las propiedades analizadas en esta investigación y que a largo plazo resultan mucho más eficientes que las unidades sin estabilizar ni prensar.

Es evidente afirmar que al prensar los bloques de tierra reforzada e incorporarle fibra de Totorá y Cal, las propiedades de los mismos con la dosificación en porcentajes específicos a razón de 4% de fibra de totora y 5% de cal, mejoran considerablemente. Además del razonable incremento de precio pero considerando las mejoras otorgadas como tal, hacen completamente viable su implementación en la elaboración de unidades de tierra reforzada prensada con fibra de totora y cal.

Se presentó la descripción del procedimiento de elaboración de mezcla para los adobes estabilizados así como los parámetros de elaboración de muretes para ensayo, considerando detalles de dimensión y mortero.

## Recomendaciones

De acuerdo a lo desarrollado y obtenido de esta investigación, se plantean las siguientes recomendaciones en relación a las conclusiones logradas y la expansión en temas de investigación relacionados al tema presentado:

En cuanto al desarrollo en la elaboración de las unidades estabilizadas, contar con la facilidad de acceder a una máquina prensadora de tal manera que se pueda agilizar el trabajo, puesto que de no conseguir una sería necesario plantear la construcción de una, lo que resultaría contraproducente.

Emplear las unidades mejoradas en zonas de lluvias frecuentes y analizar su comportamiento en el medio en comparación con las unidades convencionales, de esta manera se podría complementar aún más la investigación al tener un análisis real del comportamiento.

Plantear diferentes porcentajes de dosificación tanto de la fibra de totora como de la cal con el fin de incrementar el rango de estudio y analizar el comportamiento de las unidades con dichas adiciones.

Plantear la implementación de un tercer aditivo, tal vez otro tipo de fibra, que permita reducir las cantidades necesarias de los aditivos ya definidos y de esta manera reducir el incremento de costo de producción sin perjudicar los beneficios logrados.

Propongo llevar a cabo una investigación innovadora que aborde el análisis de ciclo de vida y la huella de carbono al incorporar fibra de totora y cal en las unidades de tierra reforzada prensada. Este estudio permitirá examinar de manera exhaustiva el impacto ambiental de dicha adición, proporcionando valiosa información sobre la sostenibilidad y eficiencia de esta práctica en el ámbito de las construcciones ecológicas.

Del mismo modo proponer la implementación de un aditivo químico (diferente a la cal), como el cemento, que pueda lograr incluso mayores mejoras en el comportamiento de las unidades con fibra de totora, con menores cantidades que las ya propuestas, analizando el costo beneficio del producto final.

## Referencias

- [1] A. E. V., La Intervención del tercer mundo. Construcción y desconstrucción del desarrollo., Massachusetts, Amberst, EE.UU.: Grupo Editorial Norma., 1998..
- [2] M. M. Escobar., «Caracterización mecánica de componentes estructurales en construcciones arqueológicas de tierra: El caso de Huaca de La Luna.,» Publicaciones PUCP., Lima., 2016..
- [3] J. C. R. Torres., «El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales.,» Bogotá., 2012..
- [4] V. T. L. A. y. A. M. Jesús., «Inventario de adobes en las exhaciendas de beneficio de la ciudad de Guanajuato.,» *Jóvenes en la Ciencia*, vol. III, nº 2, pp. 821 -825, 2017.
- [5] INDECI, «Información estadística de emergencias y daños.,» Lima, 2020.
- [6] INEI, «Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos.,» Lima, 2018.
- [7] O. I. y. H. Danso, «Experimental Characterisation of Adobe Bricks Stabilised with Rice Husk and Lime for Sustainable Construction.,» Londres, 2021.
- [8] H. C. y. A. Kriker, «Contribution to study of influence of different additions on thermo-mechanical properties of adobe base on El Hadjira clay.,» Algeria, 2021.
- [9] L. A. y. T. P. A. F. Nieto Palomino, «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.,» Publicaciones UPC, Lima, 2019.
- [10] C. D. y. P. L. V. E. Díaz Ramirez, «Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro.,» Publicaciones USAT, Chiclayo, 2019.
- [11] K. R. Cáceres Vásquez, «Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca.,» Publicaciones UNC, Cajamarca, 2017.
- [12] Y. K. Campos López, «Análisis físico mecánico del adobe con la aplicación de fibra de totora, Tayabamba - 2018.,» Publicaciones UCV, Chiclayo, 2019.
- [13] J. Cruz Díaz, «Unidades de albañilería.,» *Ileria*, vol. II, nº 1, 2014.

- [14] D. d. a. reservados, Ladrillo sílico Calcareo KK11H, Lima: Novedad, 2017.
- [15] C. Pacasmayo, Bloques, Lima, 2013.
- [16] R. N. d. Edificaciones, «Norma E.080Diseño y construcción con tierra reforzada.,» El peruano, Lima, 2017.
- [17] V. Benites Zapata, «Adobe estabilizado con extracto de cabuya,» Piura, 2017.
- [18] K. D. y. N. Mario, «Fabricación de componentes Modulares para la construcción de viviendas de bajo costo utilizando suelo-cemento,» Publicaciones UNN, Buenos Aires, 2014.
- [19] N. Española, «Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques, definiciones, especificaciones y métodos de ensayo,» UNE, Valencia, 2008.
- [20] S. V. J., «La cal,» Publicaciones UNS, Chimbote, 2013.
- [21] C. A. Z. y. M. B. G., «Influencia de las propiedades físicas del material tierra par ala elaboración de bloques de tierra comprimidos,» Publicaciones UIS, Bogotá, 2009.
- [22] G. D. Sandoval Alvarado, «Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal,» Publicaciones USAT, Chicalyo, 2021.
- [23] J. y. V. T. R. Rojas Vargas, «Comportamiento Sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados,» Publicaciones PUCP, Lima, 2014.
- [24] c. y. s. Ministerio de vivienda, «Norma técnica E.070 Albañilería,» El Peruano , Lima, 2020.
- [25] c. y. s. Ministerio de vivienda, «Norma Técnica Peruana NTP 399.604 y 399.613, Unidades de albañilería,» El Peruano, Lima, 2020.
- [26] A. C, «Método de ensayo estándar para densidad bruta (peso unitario) y vacíos en los agregados,» Pensilvania , 2002.
- [27] N. T. Peruana, «Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico,» Lima, 1999.
- [28] N. t. Peruana, «Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos,» Lima, 1999.
- [29] N. t. Peruana, «Suelos. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo,» Lima, 1999.

- [30] N. t. Peruana, «Sueños. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea,» Lima, 2002.
- [31] N. T. Peruana, «Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería,» Lima, 2017.
- [32] B. Rivero, «Metodología de la investigación,» Editorial Shalom, 2018.
- [33] G. P. H, «Conceptos fundamentales de las revisiones sistemáticas,» Revista Urología, Bogotá, 2015.
- [34] C. d. e. d. opinión, «Diseños de investigación experimental y no experimental,» Publicaciones Universidad de Antioquia , Antioquia .
- [35] F. Morales, «Tipos de investigación descriptiva, exploratoria y explicativa,» Lima, 2015

## Anexos

### Anexo 1.

N°	Fenómenos	Total Eventos	Personas afectadas y Damnificadas	Porcentaje
Total		72,399	15,003,883	100%
1	Lluvias Intensas	22,603	4,295,840	29%
2	Incendios	22,320	183,118	1%
3	Bajas Temperaturas	11,869	7,578,560	51%
4	Vientos Fuertes	10,322	367,656	2%
5	Inundación	5,285	2,578,709	17%

ANEXO N° 01. Serie cronológica de ocurrencia de lluvias intensas a nivel nacional del 2020.

Fuente: INDECI.

### Anexo 2.

PREDOMINANCIA DE MATERIALES EN EL EXTERIOR DE LAS VIVIENDAS	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	%	%	%	%	%	%	%	%
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Ladrillo / Bloque de cemento	51.40	50.60	51.50	52.20	51.70	51.70	51.90	55.80
Piedra / sillar con cal o cemento	0.70	0.70	0.80	0.70	0.60	0.60	0.80	0.60
Adobe /tapia	34.20	34.40	34.10	33.60	34.30	33.50	33.30	27.90
Quincha	1.70	1.80	1.80	1.80	1.60	1.70	1.40	2.10
Piedra con barro	0.90	1.00	1.00	0.90	0.90	0.80	0.80	1.00
Madera	6.10	6.90	7.00	7.60	7.70	8.50	8.70	9.50
Estera	0.60	0.70	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	3.10
Otro componente	4.40	3.90	3.40	2.80	2.80	2.80	2.60	0.00

ANEXO N° 02. Infraestructura de las viviendas construidas con un material específico 2017.

Fuente: INEI.

### Anexo 3.

TIPO DE MATERIAL DE ACUERDO A SUS PAREDES	Cantidad de viviendas	
	Zonas Urbanas	Zonas Rurales
Ladrillo / bloque de cemento	150 855	7 117
Adobe / tapia	78 257	43 262

ANEXO N° 03. Cantidad de viviendas según el tipo de material en las paredes.

Fuente: INEI.

### Anexo 4.

TIPO DE MATERIAL DE ACUERDO A SUS PAREDES	Cantidad de viviendas	
	Chiclayo	Lambayeque
Ladrillo / bloque de cemento	126 222	157 972
Adobe / tapia	64 607	121 519

*ANEXO N° 04. Cantidad de viviendas a nivel provincial según el tipo de material en las paredes.*

*Fuente: INEI.*

## Anexo 5.



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)

Expediente N° : 2037 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Tesista : FERNANDO ALDANA MONTENEGRO  
 Universidad : UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA PRE ADICIONANDO FIBRA DE TOTORA Y CAL  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 08 de Septiembre del 2022

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pe<sup>3</sup>))

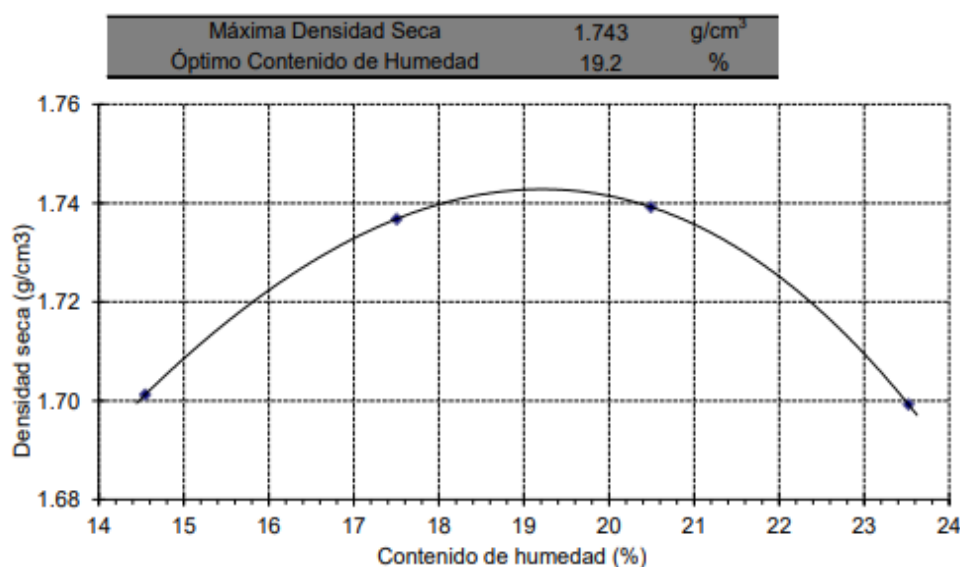
REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Calicata : C-1

Muestra : M-1

Profundida : 0.00m. - 1.10m.

1.- Peso de la muestra compactada + molde	(g)	5301	5385	5435	5438
2.- Peso del molde	(g)	3524	3524	3524	3524
3.- Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	911.9	911.9	911.9	911.9
4.- Densidad húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.949	2.041	2.096	2.099
5.- N° de la tara		1	2	3	4
6.- Peso de la tara + suelo húmedo	(g)	437.1	478.5	471.2	474.5
7.- Peso de la tara + suelo seco	(g)	386.7	412.6	397.3	391
8.- Peso del agua	(g)	50.4	65.9	73.9	83.5
9.- Peso de la tara	(g)	40.2	36.1	36.7	36
10.- Peso de suelo seco	(g)	346.5	376.5	360.6	355
11.- Contenido de humedad	(%)	<b>14.55</b>	<b>17.50</b>	<b>20.49</b>	<b>23.52</b>
12.- Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.701</b>	<b>1.737</b>	<b>1.739</b>	<b>1.699</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestra identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 6.



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



**INFORME DE ENSAYO N°4045**

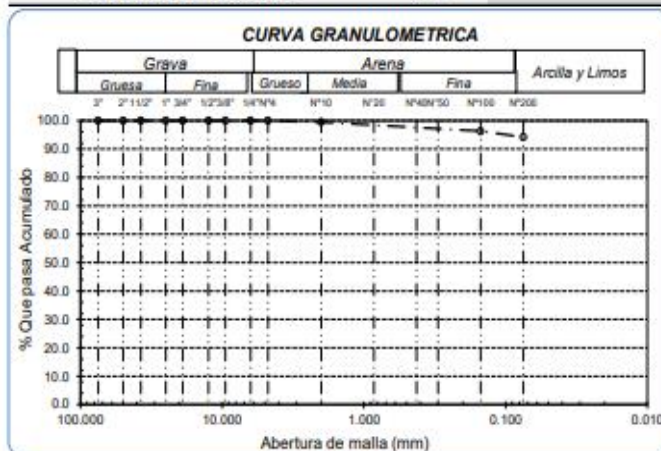
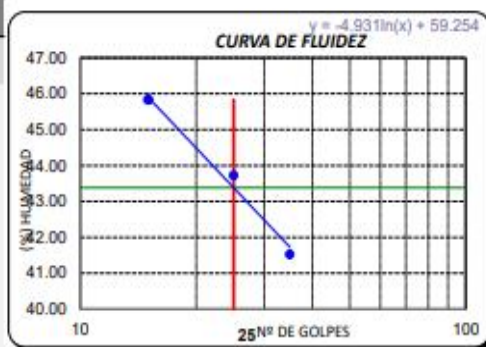
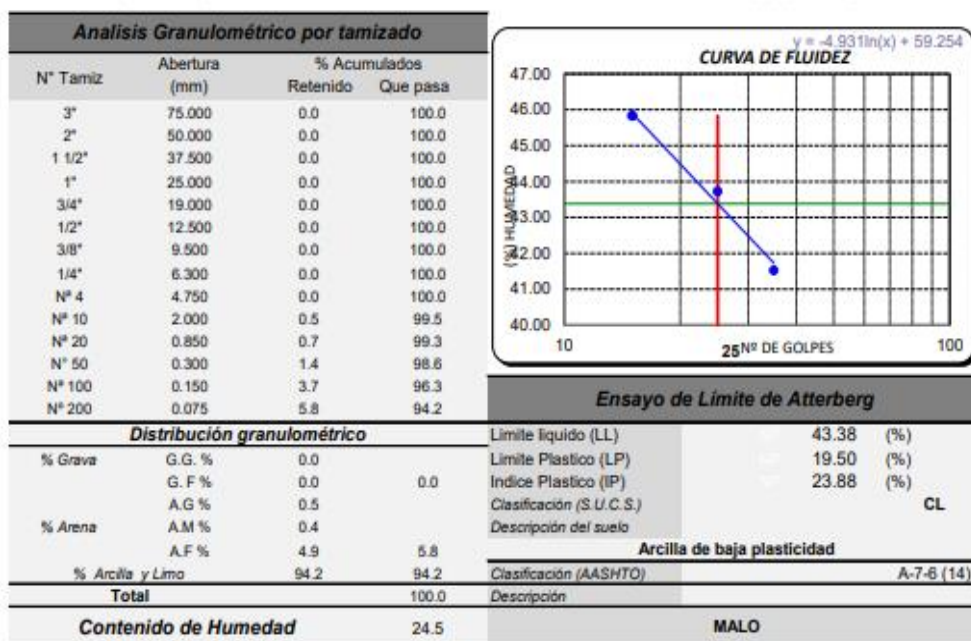
Expediente : 2037 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Tesista : FERNANDO ALDANA MONTENEGRO  
 Universidad : UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA PRENSADA ADICIONANDO FIBRA DE TOTORA Y CAL  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 08 de Septiembre 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 suelo  
 : 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. 399.127 : 1998

Calicata - C-1

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.10m.



Anexo 7.



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



INFORME DE ENSAYO N°4045

Expediente : 2037 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Tesista : FERNANDO ALDANA MONTENEGRO  
 Universidad : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA PRENSADA ADICIONANDO FIBRA DE TOTORA Y CAL  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 08 de Septiembre 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 suelo  
 : 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. 399.127: 1998

Calicata - C-1

Muestra: M-2

Profundidad: 1.10m. - 1.50m.

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	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.2	99.8
N° 20	0.850	0.3	99.7
N° 50	0.300	0.9	99.1
N° 100	0.150	6.3	93.7
N° 200	0.075	10.2	89.8

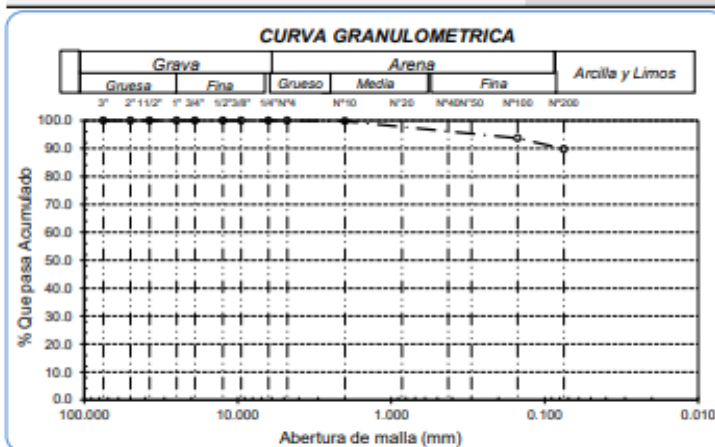
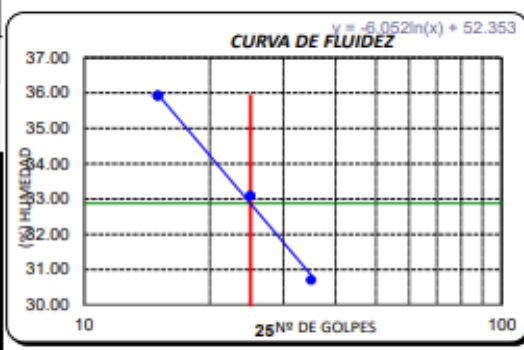
Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G. F %	0.0	0.0
	A.G %	0.2	
% Arena	A.M %	0.4	
	A.F %	9.6	10.2
% Arcilla y Limo		89.8	89.8
Total		100.0	100.0

Ensayo de Limite de Atterberg			
Limite líquido (LL)	NP	32.87	(%)
Limite Plástico (LP)	NP	15.18	(%)
Índice Plástico (IP)	NP	17.69	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)			CL
Descripción del suelo			
Arcilla de baja plasticidad			
Clasificación (AASHTO)			A-6 (11)
Descripción			
MALO			

Contenido de Humedad	
Valor	Descripción
27.1	MALO



**Anexo 8.**

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

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

Expediente N° : 2037 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Tesista : FERNANDO ALDANA MONTENEGRO  
 Universidad : UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA PRENSADA ADICIONANDO FIBRA DE TOTORA Y CAL

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de Muestreo : Chiclayo, 08 de Septiembre del 2022

Calicata : C-1  
Nivel freático : NO

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

Profundidad	Tipo de	Muestra	Símbolo	Clasificación	Descripción visual (IN-SITU)	
0.0	Excavación	N°		SUCS		
0.1	A C I E L O  A B I E R T O	M-1		CL A-7-6 (14)	Arcilla de baja plasticidad	
0.2						Limite líquido : 43.38%
0.3						Limite plástico : 19.50%
0.4						Índice de plasticidad : 23.88%
0.5						Humedad : 24.50%
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2	M2		CL A-6 (11)	Arcilla de baja plasticidad	Humedad : 27.10%	
1.3						Limite líquido : 32.87%
1.4						Limite plástico : 15.18%
1.5						Índice de plasticidad : 17.69%

**Observaciones:**

Muestreo e identificación realizados por el solicitante



## Anexo 9.



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 : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada  
prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 22 de Octubre del 2022

ENSAYO : Resistencia a Compresión del Suelo

REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	CUBOS DE TIERRA	100.00	1040.00	10.40
02	CUBOS DE TIERRA	100.00	1010.00	10.10
03	CUBOS DE TIERRA	100.00	1030.00	10.30
04	CUBOS DE TIERRA	100.00	1090.00	10.90
05	CUBOS DE TIERRA	100.00	1050.00	10.50
06	CUBOS DE TIERRA	100.00	1060.00	10.60
Promedio				<b>10.47</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera convencional.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 22/10/2022



Firma Tesista

**Anexo 10.**

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



Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 24 de Octubre del 2022

ENSAYO : Resistencia a tracción del suelo

NORMA DE REFERENCIA : NORMA E.080

$$f'm = [(2xP)/(3.1416 \times d \times h)]$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )
A-01	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	760	1.08
A-02	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	790	1.12
A-03	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	960	1.36
A-04	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	810	1.15
A-05	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	815	1.15
A-06	PROBETA DE BARRO	26/09/2022	24/10/2022	28	15.00	30.00	930	1.32

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Firma Técnico

## Anexo 11.



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 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 01 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3320.00	10.62
02	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3040.00	9.73
03	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3600.00	11.52
04	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3330.00	10.66
05	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	2850.00	9.12
06	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3330.00	10.66
Promedio				<b>10.38</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 14 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera convencional.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 01/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 12.



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 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 15 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3550.00	11.36
02	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3180.00	10.18
03	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3670.00	11.74
04	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3430.00	10.98
05	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3030.00	9.70
06	ADOBE CONVENCIONAL	312.50	3800.00	12.16
Promedio				<b>11.02</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera convencional.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 15/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 13.



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 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 22 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	4560.00	14.59
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	4460.00	14.27
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	4230.00	13.54
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	3650.00	11.68
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	4480.00	14.34
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	4150.00	13.28
Promedio				<b>13.62</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 14 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 22/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 14.



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 : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 22 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	4190.00	13.41
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	4090.00	13.09
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	3330.00	10.66
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	4410.00	14.11
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	3170.00	10.14
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	3630.00	11.62
Promedio				<b>12.17</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 14 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 22/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 15.



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



(Pág. 05 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada  
 prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 22 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3640.00	11.65
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3390.00	10.85
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3280.00	10.50
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3330.00	10.66
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3360.00	10.75
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3250.00	10.40
Promedio				<b>10.80</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 14 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 22/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 16.



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



(Pág. 12 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 04 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	4570.00	14.62
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	4430.00	14.18
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	3650.00	11.68
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	4240.00	13.57
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	4330.00	13.86
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 5% CAL	312.50	4410.00	14.11
Promedio				<b>13.67</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 04/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 17.



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



(Pág. 13 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 04 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	4100.00	13.12
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	3510.00	11.23
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	4040.00	12.93
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	3540.00	11.33
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	4090.00	13.09
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 10% CAL	312.50	4100.00	13.12
Promedio				<b>12.47</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 04/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 18.



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



(Pág. 14 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 04 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3740.00	11.97
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3350.00	10.72
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3280.00	10.50
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3430.00	10.98
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3460.00	11.07
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% TOTORA - 15% CAL	312.50	3160.00	10.11
Promedio				<b>10.89</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 04/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 19.



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



(Pág. 06 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 27 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4230.00	13.54
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4350.00	13.92
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4350.00	13.92
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4330.00	13.86
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4190.00	13.41
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4050.00	12.96
Promedio				<b>13.60</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 14 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 27/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 20.



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



(Pág. 07 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada  
 prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 27 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	3540.00	11.33
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	3900.00	12.48
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	3900.00	12.48
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	3520.00	11.26
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	3830.00	12.26
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	4010.00	12.83
Promedio				<b>12.11</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 14 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 27/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 21.



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



(Pág. 08 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 27 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	3350.00	10.72
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	3460.00	11.07
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	3100.00	9.92
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	2970.00	9.50
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	3090.00	9.89
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	3240.00	10.37
Promedio				<b>10.25</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 14 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 27/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 22.



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



(Pág. 15 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4250.00	13.60
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4390.00	14.05
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4310.00	13.79
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4400.00	14.08
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4110.00	13.15
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 5% CAL	312.50	4130.00	13.22
Promedio				<b>13.65</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 10/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 23.



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



(Pág. 16 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	3580.00	11.46
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	3700.00	11.84
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	4030.00	12.90
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	3580.00	11.46
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	3810.00	12.19
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 10% CAL	312.50	4300.00	13.76
Promedio				<b>12.27</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 10/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 24.



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



(Pág. 17 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	3340.00	10.69
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	3190.00	10.21
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	2870.00	9.18
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	3380.00	10.82
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	3570.00	11.42
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% TOTORA - 15% CAL	312.50	3010.00	9.63
Promedio				<b>10.33</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 10/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 25.



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



(Pág. 09 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 28 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3220.00	10.30
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3700.00	11.84
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3600.00	11.52
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3600.00	11.52
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3330.00	10.66
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3600.00	11.52
Promedio				<b>11.23</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 14 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 28/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 26.



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



(Pág. 10 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 28 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3290.00	10.53
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3320.00	10.62
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3090.00	9.89
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3320.00	10.62
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3530.00	11.30
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3290.00	10.53
Promedio				<b>10.58</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 14 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 28/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 27.



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



(Pág. 11 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada  
 prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 28 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2850.00	9.12
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2670.00	8.54
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2680.00	8.58
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2470.00	7.90
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2640.00	8.45
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2640.00	8.45
Promedio				<b>8.51</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 14 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 28/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 28.



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



(Pág. 18 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 12 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3470.00	11.10
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3330.00	10.66
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3600.00	11.52
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3590.00	11.49
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3710.00	11.87
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 5% CAL	312.50	3420.00	10.94
Promedio				<b>11.26</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 12/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 29.



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



(Pág. 19 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 12 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3330.00	10.66
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3100.00	9.92
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3090.00	9.89
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3430.00	10.98
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3530.00	11.30
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 10% CAL	312.50	3380.00	10.82
<b>Promedio</b>				<b>10.59</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 12/10/2022



Firma Tesista

## Anexo 30.



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



(Pág. 20 de 20)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 12 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2950.00	9.44
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2970.00	9.50
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2690.00	8.61
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2570.00	8.22
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2690.00	8.61
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% TOTORA - 15% CAL	312.50	2510.00	8.03
Promedio				<b>8.74</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en unidad entera estabilizada.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 12/10/2022



Firma Tesista

**Anexo 31.**

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 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 15 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Porcentaje de Succión

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE CONVENCIONAL	3236.40	3176.57	38.29
02	ADOBE CONVENCIONAL	3145.68	3118.85	17.17
03	ADOBE CONVENCIONAL	3201.88	3150.89	32.63
04	ADOBE CONVENCIONAL	3261.77	3206.53	35.35
05	ADOBE CONVENCIONAL	3236.21	3214.45	13.93
06	ADOBE CONVENCIONAL	3230.54	3197.96	20.85
Promedio				<b>26.37</b>

**DONDE:**

G4 : Es la masa del espécimen saturado luego de transcurrido 60 segundos, expresado en gramos.

G3 : Es la masa del espécimen seco expresado en gramos.

S : Es la succión de agua que se expresa en porcentaje.

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Firma Tesista

## Anexo 32.



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 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 05 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Porcentaje de Succión

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 5% DE CAL	3012.25	2982.42	19.09
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 5% DE CAL	3092.38	3066.55	16.53
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 5% DE CAL	2965.95	2926.12	25.49
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 5% DE CAL	3005.89	2966.06	25.49
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 5% DE CAL	3044.14	3024.31	12.69
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 5% DE CAL	3046.28	3016.45	19.09
Promedio				<b>19.73</b>

**DONDE:**

G2 : Es la masa del espécimen saturado luego de transcurrido 60 segundos, expresado en gramos.

G1 : Es la masa del espécimen seco expresado en gramos.

S : Es la succión de agua que se expresa en porcentaje.

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 33.



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 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 05 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBANILERIA. Porcentaje de Succión

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 10% DE CAL	3019.26	2992.11	17.38
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 10% DE CAL	3057.47	3036.34	13.52
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 10% DE CAL	3014.12	2976.02	24.38
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 10% DE CAL	2958.15	2926.26	20.41
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 10% DE CAL	3072.77	3054.61	11.62
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 10% DE CAL	3065.63	3036.48	18.66
Promedio				<b>17.66</b>

DONDE:

G2 : Es la masa del espécimen saturado luego de transcurrido 60 segundos, expresado en gramos.

G1 : Es la masa del espécimen seco expresado en gramos.

S : Es la succión de agua que se expresa en porcentaje.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 34.



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 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 05 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Succión

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 15% DE CAL	2407.49	2392.39	9.66
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 15% DE CAL	3156.05	3136.66	12.41
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 15% DE CAL	2804.57	2776.12	18.21
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 15% DE CAL	3025.83	2996.15	19.00
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 15% DE CAL	3183.46	3154.69	18.41
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA - 15% DE CAL	3156.18	3136.98	12.29
<b>Promedio</b>				<b>15.00</b>

**DONDE:**

G2 : Es la masa del espécimen saturado luego de transcurrido 60 segundos, expresado en gramos.

G1 : Es la masa del espécimen seco expresado en gramos.

S : Es la succión de agua que se expresa en porcentaje.

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 35.



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



(Pág. 05 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Succión

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 5% DE CAL	3311.84	3292.69	12.26
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 5% DE CAL	3145.50	3126.31	12.28
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 5% DE CAL	2826.43	2796.52	19.14
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 5% DE CAL	2945.25	2916.12	18.64
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 5% DE CAL	3212.41	3194.12	11.71
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 5% DE CAL	3221.35	3196.18	16.11
Promedio				<b>15.02</b>

DONDE:

G2 : Es la masa del espécimen saturado luego de transcurrido 60 segundos, expresado en gramos.

G1 : Es la masa del espécimen seco expresado en gramos.

S : Es la succión de agua que se expresa en porcentaje.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 36.



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



(Pág. 06 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2022

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

Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 10% DE CAL	3210.41	3192.12	11.71
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 10% DE CAL	3135.59	3116.39	12.29
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 10% DE CAL	3221.70	3196.51	16.12
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 10% DE CAL	2854.67	2826.53	18.01
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 10% DE CAL	3130.83	3114.65	10.36
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 10% DE CAL	3140.31	3116.15	15.46
<b>Promedio</b>				<b>13.99</b>

**DONDE:**

G2 : Es la masa del espécimen saturado luego de transcurrido 60 segundos, expresado en gramos.

G1 : Es la masa del espécimen seco expresado en gramos.

S : Es la succión de agua que se expresa en porcentaje.

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 37.



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



(Pág. 07 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada pensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 10 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Succión

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 15% DE CAL	3209.50	3192.19	11.08
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 15% DE CAL	3135.34	3116.19	12.26
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 15% DE CAL	3158.88	3136.70	14.20
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 15% DE CAL	2923.08	2896.14	17.24
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 15% DE CAL	3032.54	3014.35	11.64
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA - 15% DE CAL	3221.11	3198.15	14.69
Promedio				<b>13.52</b>

**DONDE:**

G2 : Es la masa del espécimen saturado luego de transcurrido 60 segundos, expresado en gramos.

G1 : Es la masa del espécimen seco expresado en gramos.

S : Es la succión de agua que se expresa en porcentaje.

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 38.



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



(Pág. 08 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 12 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Porcentaje de Succión

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 5% DE CAL	3014.61	2996.44	11.63
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 5% DE CAL	3130.46	3114.25	10.37
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 5% DE CAL	3206.70	3178.55	18.02
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 5% DE CAL	3204.49	3182.39	14.14
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 5% DE CAL	3033.48	3016.09	11.13
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 5% DE CAL	3141.80	3116.79	16.01
Promedio				<b>13.55</b>

DONDE:

G2 : Es la masa del espécimen saturado luego de transcurrido 60 segundos, expresado en gramos.

G1 : Es la masa del espécimen seco expresado en gramos.

S : Es la succión de agua que se expresa en porcentaje.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 39.



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



(Pág. 09 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 12 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Porcentaje de Succión

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 10% DE CAL	3213.05	3196.04	10.89
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 10% DE CAL	3028.45	3014.35	9.02
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 10% DE CAL	3143.69	3118.59	16.06
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 10% DE CAL	3292.99	3272.09	13.38
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 10% DE CAL	3045.37	3026.19	12.28
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 10% DE CAL	2940.99	2916.89	15.42
Promedio				<b>12.84</b>

DONDE:

G2 : Es la masa del espécimen saturado luego de transcurrido 60 segundos, expresado en gramos.

G1 : Es la masa del espécimen seco expresado en gramos.

S : Es la succión de agua que se expresa en porcentaje.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 40.



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



(Pág. 10 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 12 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBANILERIA. Porcentaje de Succión

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G2 (g)	G1 (g)	S (%)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 15% DE CAL	3196.24	3186.14	6.46
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 15% DE CAL	3129.45	3114.25	9.73
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 15% DE CAL	3140.27	3121.29	12.15
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 15% DE CAL	3238.29	3222.19	10.30
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 15% DE CAL	3142.26	3126.13	10.32
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA - 15% DE CAL	3139.99	3119.88	12.87
Promedio				<b>10.31</b>

DONDE:

G2 : Es la masa del espécimen saturado luego de transcurrido 60 segundos, expresado en gramos.

G1 : Es la masa del espécimen seco expresado en gramos.

S : Es la succión de agua que se expresa en porcentaje.

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 6 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 41.



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



Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 18 de Octubre 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	ADOBE CONVENCIONAL	3760	3109	20.9
02	ADOBE CONVENCIONAL	4111	3231	27.2
03	ADOBE CONVENCIONAL	3707	3107	19.3
04	ADOBE CONVENCIONAL	3711	3109	19.4
05	ADOBE CONVENCIONAL	3925	3110	26.2
06	ADOBE CONVENCIONAL	4111	3218	27.7
Promedio				<b>23.5</b>

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS 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 albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 42.



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



Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 5 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	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3639	3209	13.4
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3746	3131	19.6
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3541	3127	13.2
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3561	3110	14.5
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3821	3210	19.0
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3961	3269	21.2
Promedio				<b>16.8</b>

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS 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 albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 43.



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



Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 5 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	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3629.40	3209.23	13.09
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3777.65	3180.50	18.78
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3522.91	3106.72	13.40
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3609.85	3189.54	13.18
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3625.42	3110.32	16.56
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3778.49	3258.53	15.96
Promedio				<b>15.2</b>

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMC

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

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

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



## Anexo 44.



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



Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 5 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	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3209.23	-
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3180.50	-
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3106.72	-
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3189.54	-
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3110.32	-
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 2% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3258.53	-
Promedio			-	-

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS 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 albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 45.



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



(Pág. 05 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 10 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	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3424.33	3109.23	10.13
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3555.31	3170.12	12.15
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3463.92	3146.72	10.08
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3580.55	3169.64	12.96
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3632.47	3222.32	12.73
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3569.63	3252.53	9.75
Promedio				<b>11.3</b>

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS 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 albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 46.



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



(Pág. 06 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 10 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	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3524.87	3107.72	13.42
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3627.73	3252.53	11.54
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3451.25	3136.10	10.05
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3539.29	3129.14	13.11
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3662.10	3271.22	11.95
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3530.38	3210.23	9.97
Promedio				11.7

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS 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 albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 47.



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



(Pág. 07 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 10 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	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3107.72	-
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3252.53	-
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3136.10	-
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3129.14	-
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3271.22	-
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 4% DE TOTORA Y 15% DE CAL	-	3210.23	-
Promedio			-	-

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS 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 albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 48.



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



(Pág. 08 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 12 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	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3517.23	3207.12	9.67
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3619.33	3242.13	11.63
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3536.39	3126.09	13.13
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3569.44	3159.14	12.99
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3650.30	3260.20	11.97
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 5% DE CAL	3430.43	3110.33	10.29
<b>Promedio</b>			<b>11.6</b>	

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS 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 albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 49.



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



(Pág. 09 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 12 de Noviembre del 2022

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

Muestra Nº	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3423.33	3007.12	13.84
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3462.44	3142.13	10.19
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3497.13	3116.98	12.20
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3480.53	3169.63	9.81
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3530.35	3150.20	12.07
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 10% DE CAL	3536.11	3220.13	9.81
Promedio				<b>11.3</b>

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS 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 albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 50.



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



(Pág.10 de 10)

Tesista : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 12 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	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 15% DE CAL	.	3007.12	-
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 15% DE CAL	.	3142.13	-
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 15% DE CAL	.	3116.98	-
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 15% DE CAL	.	3169.63	-
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 15% DE CAL	.	3150.20	-
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 6% DE TOTORA Y 15% DE CAL	.	3220.13	-
Promedio				-

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS 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 albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 51.



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 : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 15 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de tierra comprimida  
 ERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

## Fabrica Tesista

Muestra Nº	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Adobe Convencional	228.00	114.00	76.00
02	Adobe Convencional	227.00	113.25	77.75
03	Adobe Convencional	228.00	114.25	76.00
04	Adobe Convencional	224.75	113.25	77.50
05	Adobe Convencional	228.00	114.00	76.25
06	Adobe Convencional	226.00	112.25	76.25
07	Adobe Convencional	228.75	113.25	76.50
08	Adobe Convencional	229.00	115.00	75.50
09	Adobe Convencional	226.50	114.25	77.00
10	Adobe Convencional	228.50	114.50	75.75
PROMEDIO		<b>227.45</b>	<b>113.80</b>	<b>76.45</b>
C.V.		<b>0.60%</b>	<b>0.70%</b>	<b>0.97%</b>

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 10 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 52.



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 : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 14 de Diciembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de tierra comprimida  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

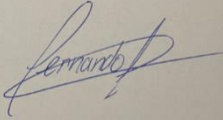
**Fabrica Tesista**

Muestra Nº	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	250.00	125.00	90.00
02	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	249.00	123.00	89.00
03	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	248.00	124.00	89.00
04	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	250.00	125.00	90.00
05	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	249.00	124.00	89.00
06	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	250.00	125.00	90.00
07	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	248.00	124.00	89.00
08	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	249.00	124.00	89.00
09	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	249.00	125.00	89.00
10	Adobe estabilizado 4% totora - 5% cal	250.00	125.00	90.00
PROMEDIO		<b>249.20</b>	<b>124.40</b>	<b>89.40</b>
C.V.		<b>0.32%</b>	<b>0.56%</b>	<b>0.58%</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos a los 28 días de cada medida corresponden al promedio de 10 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



—  —

## Anexo 53.

UNIVERSIDA CATOLICA 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 : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 15 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

ALABEO EN ADOBE					
MUESTRA	% Dosific.	ADOBE CONVENCIONAL			
		CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO		mm		mm	
M - 1	0.00	2.00	1.70	0.30	
M - 2	2.20	1.10	0.00	2.00	
M - 3	0.50	0.00	3.00	0.00	
M - 4	0.50	0.00	0.00	2.00	
M - 5	3.50	0.00	0.00	0.00	
M - 6	0.50	0.00	1.50	0.00	
M - 7	1.00	0.50	0.50	1.00	
M - 8	0.00	2.50	2.50	0.30	
M - 9	0.30	0.00	0.00	1.00	
M-10	0.00	0.50	0.50	0.00	
PROMEDIO	<b>0.85</b>	<b>0.66</b>	<b>0.97</b>	<b>0.66</b>	
D. EST. (%)	<b>1.14</b>	<b>0.92</b>	<b>1.13</b>	<b>0.80</b>	

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.



## Anexo 54.

UNIVERSIDA CATOLICA 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 : Aldana Montenegro, Fernando Miguel  
 Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de tolorá y cal  
 Ubicación : Chidayo, Lambayeque  
 Fecha : Chidayo, 14 de Diciembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

ALABEO EN ADOBE					
MUESTRA	% Dostfic.	ADOBE CONVENCIONAL			
		CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO		mm		mm	
M - 1		0.00	0.70	0.00	0.10
M - 2		1.20	0.50	0.00	1.00
M - 3		0.00	0.00	1.00	0.00
M - 4		0.50	0.00	0.00	0.00
M - 5		1.80	0.00	0.00	0.00
M - 6		0.50	0.00	0.20	0.00
M - 7		0.00	0.00	0.00	0.00
M - 8		0.00	0.00	0.00	0.00
M - 9		0.30	0.00	0.00	0.60
M-10		0.00	0.50	0.50	0.00
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.43</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>
<b>D. EST. (%)</b>		<b>0.62</b>	<b>0.28</b>	<b>0.33</b>	<b>0.35</b>

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.



## Anexo 55.



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



**Teclistas** : Aldana Montenegro, Fernando  
**Atención** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto** : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de tatora y cal  
**Lugar** : Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de presentación** : Chiclayo, 17 de octubre del 2022  
**Norma** : N.T.P. 399.613 - 2017  
**Título** : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	2.2	22.43	15.55
02	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	1.3	13.26	
03	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	1.0	10.20	
04	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	1.5	15.30	
05	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	1.5	15.30	
06	Adobe Convencional	19/09/2022	17/10/2022	28	1.4	14.28	

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia al módulo de rotura a unidades enteras convencionales.

## OBSERVACIONES :

- Muestras de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 17/10/2022



## Anexo 56.



UNIVERSIDAD LA TULILA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJUNO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesis: Aldana Montenegro, Fernando  
 Atención: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto: Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
 Lugar: Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de presentación: Chiclayo, 14 de diciembre del 2022  
 Norma: N.T.P. 399.613 - 2017  
 Título: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Especimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Antigüedad del Especimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	2.3	23.45	18.86
02	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	1.8	18.35	
03	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	1.4	14.28	
04	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	1.9	19.37	
05	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	1.7	17.33	
06	Adobe Estabilizado 4% totora - 5% cal	16/11/2022	14/12/2022	28	1.8	18.35	

## NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia al módulo de rotura a unidades enteras estabilizadas.

## OBSERVACIONES:

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 14/12/2022



## Anexo 57.



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 01)

**Tesista** : Aldana Montenegro, Fernando  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
**Ubicación** : Chiclayo, Lambayeque  
**Fecha** : Chiclayo, 03 de Febrero del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión de prismas de albañilería  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.605 : 2013

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F'm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas / pilas convencionales	313	2162	6
02	Prismas / pilas convencionales	252	2293	8
03	Prismas / pilas convencionales	311	2316	7
04	Prismas / pilas convencionales	312	2840	8
05	Prismas / pilas convencionales	310	2421	7
06	Prismas / pilas convencionales	316	2310	7
Promedio				7

## NOTA:

- Ensayo realizado en pilas de cuatro adobes
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. ( Rue: 0.92 x R mu)

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 03/02/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



## Anexo 58.



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 01)

**Tesista** : Aldana Montenegro, Fernando  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
**Ubicación** : Chiclayo, Lambayeque  
**Fecha** : Chiclayo, 03 de Febrero del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión de prismas de albañilería  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.605 : 2013

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F'm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3174	10
02	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3089	9
03	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3190	9
04	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3489	10
05	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3160	9
06	Prismas / pilas estabilizadas 4% totora - 5% cal	313	3195	9
Promedio				<b>10</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado en pilas de cuatro adobes estabilizados
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. ( Rue: 0.92 x R mu)

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 03/02/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



## Anexo 59.



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 01)

**Tesista** : Aldana Montenegro, Fernando  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
**Ubicación** : Chiclayo, Lambayeque  
**Fecha** : Chiclayo, 03 de Febrero del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ensayo de método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.621

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (mm <sup>2</sup> )	Carga (N)	V'm (MPa)
01	Murete convencional	75000	3724	0.04
02	Murete convencional	75000	3891	0.04
03	Murete convencional	75000	3627	0.03
04	Murete convencional	75000	4704	0.04
05	Murete convencional	75000	3822	0.04
06	Murete convencional	75000	3920	0.04
Promedio				<b>0.04</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado en muretes de 600mm x 600mm

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 03/02/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



## Anexo 60.



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 01)

**Tesista** : Aldana Montenegro, Fernando  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
**Ubicación** : Chiclayo, Lambayeque  
**Fecha** : Chiclayo, 03 de Febrero del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ensayo de método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.621

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (mm <sup>2</sup> )	Carga (N)	V'm (MPa)
01	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	5968	0.06
02	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	7007	0.07
03	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	6370	0.06
04	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	6664	0.06
05	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	6693	0.06
06	Murete estabilizado 4% totora - 5% cal	75000	6811	0.06
Promedio				<b>0.06</b>

## NOTA:

- Ensayo realizado en muretes de 600mm x 600mm

## OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 03/02/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



## Anexo 61.



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



**Tesista** : Aldana Montenegro, Fernando  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
**Ubicación** : Chiclayo, Lambayeque  
**Fecha** : Chiclayo, 15 de marzo de 2023

Ensayo de Inundación Simulada. Análisis de ascensión capilar.

MURETE DE ADOBES CONVENCIONALES					
DÍA DE ENSAYO	HORA DE MEDICIÓN	TIEMPO TRANSCURRIDO	ANÁLISIS DE CAPILARIDAD		
			NIVEL DE ASCENSIÓN CAPILAR	$\Delta h$	$\Delta h$ acumulado
		min	cm	cm	cm
DIA 01	14:00	00:00	15.00	0.00	0.00
	14:10	00:10	16.20	1.20	1.20
	14:20	00:20	17.00	0.80	2.00
	14:30	00:30	18.00	1.00	3.00
	14:40	00:40	19.00	1.00	4.00
	14:50	00:50	19.50	0.50	4.50
	15:00	01:00	20.00	0.50	5.00
	15:10	01:10	20.80	0.80	5.80
	15:20	01:20	22.00	1.20	7.00
	15:30	01:30	22.50	0.50	7.50
TIEMPO TOTAL		1 hora y media			

## NOTA:

- Ensayo realizado en muretes de 1.00x1.00x0.13 m
- Ensayo realizado en poza de dimensión interior de 1.10x0.50x0.45 m

## OBSERVACIONES

-



## Anexo 62.



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



Tesista : Aldana Montenegro, Fernando  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 15 de marzo de 2023

Ensayo de Inundación Simulada. Análisis de ascensión capilar.

MURETE DE ADOBES ESTABILIZADOS					
DÍA DE ENSAYO	HORA DE MEDICIÓN	TIEMPO TRANSCURRIDO	ANÁLISIS DE CAPILARIDAD		
			NIVEL DE ASCENSIÓN CAPILAR	$\Delta h$	$\Delta h$ acumulado
		min	cm	cm	cm
DÍA 01	14:00	00:00	15.00	0.00	0.00
	14:10	00:10	15.50	0.50	0.50
	14:20	00:20	16.00	0.50	1.00
	14:30	00:30	16.80	0.80	1.80
	14:40	00:40	17.50	0.70	2.50
	14:50	00:50	18.00	0.50	3.00
	15:00	01:00	18.50	0.50	3.50
	15:10	01:10	19.00	0.50	4.00
	15:20	01:20	19.80	0.80	4.80
	15:30	01:30	20.30	0.50	5.30
	16:00	02:00	21.00	0.70	6.00
	17:00	03:00	21.60	0.60	6.60
	18:00	04:00	22.00	0.40	7.00
	19:00	05:00	22.40	0.40	7.40
	20:00	06:00	22.90	0.50	7.90
	21:00	07:00	23.30	0.40	8.30
	22:00	08:00	23.70	0.40	8.70
	23:00	09:00	24.10	0.40	9.10
	00:00	10:00	24.60	0.50	9.60
	01:00	11:00	25.00	0.40	10.00
	02:00	12:00	25.40	0.40	10.40
	03:00	13:00	25.90	0.50	10.90
	04:00	14:00	26.30	0.40	11.30
	05:00	15:00	26.70	0.40	11.70
	06:00	16:00	27.00	0.30	12.00
	07:00	17:00	27.40	0.40	12.40
	08:00	18:00	27.90	0.50	12.90
	09:00	19:00	28.40	0.50	13.40
10:00	20:00	28.80	0.40	13.80	
11:00	21:00	29.10	0.30	14.10	
12:00	22:00	29.50	0.40	14.50	
13:00	23:00	29.80	0.30	14.80	
14:00	00:00	30.20	0.40	15.20	
DÍA 02	15:00	01:00	30.60	0.40	15.60
	16:00	02:00	30.80	0.20	15.80
	17:00	03:00	31.10	0.30	16.10
	18:00	04:00	31.50	0.40	16.50
	19:00	05:00	31.80	0.30	16.80
	20:00	06:00	32.00	0.20	17.00
	21:00	07:00	32.20	0.20	17.20

## NOTA:

- Ensayo realizado en muretes de 1.00x1.00x0.13 m
- Ensayo realizado en poza de dimensión interior de 1.10x0.50x0.45 m

## OBSERVACIONES

-



## Anexo 63.



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



**Tesista** : Aldana Montenegro, Fernando  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
**Ubicación** : Chiclayo, Lambayeque  
**Fecha** : Chiclayo, 15 de marzo de 2023

Ensayo de Inundación Simulada. Análisis de absorción.

MURETE DE ADOBES CONVENCIONALES							
DÍA DE ENSAYO	HORA DE MEDICIÓN	TIEMPO TRANSCURRIDO	ANÁLISIS DE ABSORCIÓN				
			NIVEL DE AGUA	$\Delta h$	VOLUMEN ABSORBIDO		VOLUMEN ACUMULADO
			cm	cm	m <sup>3</sup>	litros	litros
DÍA 01	14:00	00:00	15.00	0.00	0.000	0.00	0.00
	14:10	00:10	14.30	0.70	0.003	2.98	2.98
	14:20	00:20	13.60	0.70	0.003	2.98	5.95
	14:30	00:30	13.00	0.60	0.003	2.55	8.50
	14:40	00:40	12.50	0.50	0.002	2.13	10.63
	14:50	00:50	11.80	0.70	0.003	2.98	13.60
	15:00	01:00	11.10	0.70	0.003	2.98	16.58
	15:10	01:10	10.60	0.50	0.002	2.13	18.70
	15:20	01:20	10.00	0.60	0.003	2.55	21.25
	15:30	01:30	9.30	0.70	0.003	2.98	24.23
TIEMPO TOTAL		1 hora y media					

NOTA:

- Ensayo realizado en muretes de 1.00x1.00x0.13 m
- Ensayo realizado en poza de dimensión interior de 1.10x0.50x0.45 m

OBSERVACIONES

-



## Anexo 64.



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



Tesista : Aldana Montenegro, Fernando  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de tierra reforzada prensada adicionando fibra de totora y cal  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 15 de marzo de 2023

Ensayo de Inundación Simulada. Análisis de absorción.

MURETE DE ADOBES ESTABILIZADOS							
DÍA DE ENSAYO	HORA DE MEDICIÓN	TIEMPO TRANSCURRIDO	ANÁLISIS DE ABSORCIÓN				
			NIVEL DE AGUA	$\Delta h$	VOLUMEN ABSORBIDO		VOLUMEN ACUMULADO
			cm	cm	m <sup>3</sup>	litros	litros
DÍA 01	14:00	00:00	15.00	0.00	0.000	0.00	0.00
	14:10	00:10	14.80	0.20	0.001	0.85	0.85
	14:20	00:20	14.30	0.50	0.002	2.13	2.98
	14:30	00:30	13.90	0.40	0.002	1.70	4.68
	14:40	00:40	13.40	0.50	0.002	2.13	6.80
	14:50	00:50	13.00	0.40	0.002	1.70	8.50
	15:00	01:00	12.70	0.30	0.001	1.28	9.78
	15:10	01:10	12.40	0.30	0.001	1.28	11.05
	15:20	01:20	11.90	0.50	0.002	2.13	13.18
	15:30	01:30	11.40	0.50	0.002	2.13	15.30
	16:00	02:00	11.00	0.40	0.002	1.70	17.00
	17:00	03:00	10.70	0.30	0.001	1.28	18.28
	18:00	04:00	10.50	0.20	0.001	0.85	19.13
	19:00	05:00	10.10	0.40	0.002	1.70	20.83
	20:00	06:00	9.80	0.30	0.001	1.28	22.10
	21:00	07:00	9.60	0.20	0.001	0.85	22.95
	22:00	08:00	9.20	0.40	0.002	1.70	24.65
	23:00	09:00	9.00	0.20	0.001	0.85	25.50
	00:00	10:00	8.80	0.20	0.001	0.85	26.35
	01:00	11:00	8.50	0.30	0.001	1.28	27.63
	02:00	12:00	8.20	0.30	0.001	1.28	28.90
	03:00	13:00	7.90	0.30	0.001	1.28	30.18
	04:00	14:00	7.60	0.30	0.001	1.28	31.45
	05:00	15:00	7.30	0.30	0.001	1.28	32.73
	06:00	16:00	7.00	0.30	0.001	1.28	34.00
	07:00	17:00	6.80	0.20	0.001	0.85	34.85
	08:00	18:00	6.50	0.30	0.001	1.28	36.13
	09:00	19:00	6.30	0.20	0.001	0.85	36.98
10:00	20:00	6.10	0.20	0.001	0.85	37.83	
11:00	21:00	6.00	0.10	0.000	0.42	38.25	
12:00	22:00	5.80	0.20	0.001	0.85	39.10	
13:00	23:00	5.60	0.20	0.001	0.85	39.95	
14:00	00:00	5.30	0.30	0.001	1.28	41.23	
DÍA 02	15:00	01:00	5.10	0.20	0.001	0.85	42.08
	16:00	02:00	5.00	0.10	0.000	0.42	42.50
	17:00	03:00	4.80	0.20	0.001	0.85	43.35
	18:00	04:00	4.60	0.20	0.001	0.85	44.20
	19:00	05:00	4.40	0.20	0.001	0.85	45.05
	20:00	06:00	4.20	0.20	0.001	0.85	45.90
21:00	07:00	4.00	0.20	0.001	0.85	46.75	
TIEMPO TOTAL		1 día y 7 horas					

## NOTA:

- Ensayo realizado en muretes de 1.00x1.00x0.13 m
- Ensayo realizado en poza de dimensión interior de 1.10x0.50x0.45 m

## OBSERVACIONES

-

