

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano

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

AUTOR

Luigi Gianpier Renteria Cabanillas

ASESOR

Manuel Alejandro Borja Suarez

<https://orcid.org/0000-0002-6532-4976>

Chiclayo, 2024

Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano

PRESENTADA POR

Luigi Gianpier Renteria Cabanillas

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

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Juan Merino Roncero
PRESIDENTE

Ronald Esteban Villanueva Maguiña
SECRETARIO

Manuel Alejandro Borja Suarez
VOCAL

Dedicatoria

En primer lugar, agradecer a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí.
En segundo lugar, a mis Padres Luis y Silvia, por apoyarme en este sueño que tengo desde niño incondicionalmente, dándome fuerza y los mejores consejos a lo largo de mi vida.
También a mis hermanos Josselyn y Piero, cada uno tuvo un aporte para el fin de esta investigación y en mi carrera profesional.
Por último, a mis abuelos, que ya no me acompañan, pero me sirven de motivación para no rendirme día tras día.

Agradecimientos

Empezare agradeciendo a mi asesor el ingeniero Manuel Alejandro Borja Suarez por su predisposición a esta investigación, dándome consejos y recomendaciones según su experiencia para culminar con éxito este proyecto.
A mi familia que lidio con mis cambios de humor a lo largo de toda la carrera, a mi padre que a pesar de no conocer la investigación siempre estuvo dispuesto a ayudarme y a mi madre por darme ánimos para no rendirme y lograr el objetivo.

TESIS_FINAL_100%

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

Resumen	6
Abstract	7
INTRODUCCIÓN	8
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
RESULTADOS	65
DISCUSIÓN.....	96
CONCLUSIONES	104
RECOMENDACIONES	106
REFERENCIAS.....	108
ANEXOS	110

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo principal la incorporación de las diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano en porcentajes en función del peso de la unidad de tierra reforzada, con el fin de evaluar su resistencia y erosión. El desarrollo de la investigación se suscitó en el distrito de la victoria, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, en primer lugar, se realizaron: ensayos in situ para probar si el material es apto, acto seguido se realizaron ensayos de laboratorio para determinar si el material es el idóneo para la fabricación de unidades de tierra reforzada. Por otro lado, las fibras de pseudotallo fueron obtenidas por un desfibrado manual, mientras que las diatomeas fueron proporcionadas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Para comprobar la hipótesis se llevaron a cabo distintos tipos de ensayos físicos como mecánicos a las unidades de tierra reforzada convencional y a las unidades con la incorporación de diatomeas calcinadas en 0.5%, 1% y 1.5% y fibras de pseudotallo de plátano en 0.25%, 0.50% y 0.75%, comparando así sus propiedades. Obteniendo así al 0.50% de diatomeas calcinadas y 0.25% de fibras de pseudotallo de plátano un comportamiento óptimo y mejorado. Con ello se realizaron muros tipo patrón y con la mejor dosificación para ser ensayados a compresión diagonal e inundación simulada.

PALABRAS CLAVE: Unidades de tierra reforzada, Diatomeas Calcinadas, Fibras de Pseudotallo de Plátano, Resistencia, Erosión.

Abstract

This research has as its main objective the incorporation of calcined diatoms and banana pseudostem fibers in percentages based on the weight of the reinforced soil unit, in order to evaluate its resistance and erosion. The development of the investigation was carried out in the district of La Victoria, province of Chiclayo, department of Lambayeque, in the first place they were carried out: in situ tests to test if the material is suitable, immediately afterwards laboratory tests were carried out to determine if the material is the ideal one for the manufacture of reinforced ground units. On the other hand, the pseudostem fibers were obtained by manual shredding, while the diatoms were provided by the Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. To verify the hypothesis, different types of physical and mechanical tests were carried out on the conventional reinforced earth units and the units with the incorporation of calcined diatoms in 0.5%, 1% and 1.5% and banana pseudostem fibers in 0.25%, 0.50 % and 0.75%, thus comparing their properties. Thus obtaining 0.50% calcined diatoms and 0.25% banana pseudostem fibers for optimal and improved behavior. With this, pattern-type walls were made with the best dosage to be tested for diagonal compression and simulated flooding.

KEYWORDS: Reinforced Earth Units, Scorched Diatoms, Banana Pseudostem Fibers, Resistance, Erosion.

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años, nuestros antepasados vieron la necesidad de construir y tener cobijo para protegerse de la intemperie y los animales, utilizando materiales que ellos tenían como tierra, por eso nace la idea de crear estos bloques de tierra, también denominados unidades de tierra reforzada.

Si bien es sabido que las edificaciones en América latina de concreto armado van en aumento con respecto a las hechas con tierra reforzada por su resistencia y durabilidad en el tiempo. También se puede afirmar que esa tendencia actual no ha podido eliminar a las edificaciones hechas de tierra reforzada por diferentes factores como: la realidad económica de muchos países o el deseo de realizar construcciones más eco amigables.

La tierra reforzada presenta características atractivas, es por ello su uso extensivo como material de construcción. Los bloques de tierra reforzada presentan cualidades térmicas y acústicas adecuadas para una vivienda, siendo este también un material sostenible y con un bajo impacto ambiental. Aun presentando esas características los bloques de adobe o las construcciones realizadas en tierra presentan bajas propiedades mecánicas, no siendo esta su única debilidad ya que cuando están sometidas a acciones sísmicas no presentan un comportamiento adecuado (1, 2, 3, 4, 5, 6), además muestra sensibilidad al grado de humedad (7, 8, 9) y a las condiciones ambientales (10) y aunque la resistencia a la tracción es baja en este material (11), no se puede despreciar dicha propiedad [1].

En el Perú, la geografía, el clima, la geología y las características biológicas están influenciadas por fenómenos y eventos naturales periódicos o regulares que destruyen poblaciones, edificaciones y estructuras. Otros factores en el ecosistema afectan la conservación y el desarrollo normal del comportamiento en las áreas urbanas y rurales. Este tema ha pasado a formar parte de la dificultad y experiencia general de los peruanos, y los incidentes que han causado grandes daños son catalogados como desastres.

Según un estudio realizado por el INEI en 2017, en el país existen alrededor de 10.1 millones de viviendas de las cuales un 44.2% de estas están fabricadas de madera, piedra y barro, dichas edificaciones son vulnerables a los movimientos telúricos e inundaciones. Gracias a este estudio también se tiene de conocimiento que 14.8 millones de habitantes residen en viviendas donde predomina el adobe, quincha, madera, esteras u otros materiales. Mientras que en viviendas cuyas paredes son de ladrillo o material noble residen 16.6 millones de habitantes.

Tabla I Número de viviendas y habitantes según el tipo de material de las paredes.

Tipo de material según sus paredes	N° viviendas (%)	N° Habitantes (Mill)
Ladrillo o bloque de cemento	55.80%	16,6
Adobe o tapia	27.90%	14,8
Madera	9.50%	
Triplay, calamina y estera	3.10%	
Quincha	2.10%	
Piedra con barro	1.00%	
Piedra o sillar con cal o cemento	0.60%	

Fuente: INEI, 2017.

El ladrillo cocido a pesar de ser uno de los materiales más usados en la edificación de muros, a nivel nacional esto solo se ve reflejado en las zonas urbanas. En la Tabla 2, vemos que solo 7,117 viviendas tienen en sus paredes al ladrillo o bloque de cemento como material de construcción. Sin embargo, en las zonas urbanas las edificaciones con adobe o tapia no terminan de ser una realidad problemática, siendo 78,257 las viviendas con muros de adobe y tapia en zonas urbanas.

Tabla II Número de viviendas según el tipo de material de las paredes y la zona.

Tipo de material según sus paredes	N° viviendas (miles)	
	Zonas urbanas	Zonas rurales
Ladrillo o bloque de cemento	150,855	7,117
Adobe o tapia	78,257	43,262

Fuente: INEI, 2017.

El último censo realizado en Lambayeque, nos muestra que según el tipo de materiales de las paredes de las viviendas a nivel provincial (Lambayeque), existirá un número considerable de viviendas donde su material predominante en paredes es adobe y tapia.

Tabla III Número de viviendas a nivel provincial según el tipo de material en las paredes.

Tipo de material según sus paredes	N° viviendas (miles)	
	Chiclayo	Lambayeque
Ladrillo o bloque de cemento	126,222	157,972
Adobe o tapia	64,607	121,519

Fuente: INEI, 2017.

Los bloques de tierra reforzada, al ser un material hecho de tierra y paja, tiene desventajas contra la lluvia y las inundaciones, ya que es higroscópico, es decir, le permite absorber la humedad del ambiente, perdiendo así su resistencia a la flexión, tracción y compresión.

Cuando entra en contacto con el agua y eventualmente puede colapsar si absorbe grandes cantidades de agua.

A raíz del Fenómeno del niño de 2017, según informe del Sistema Nacional de Información de Respuesta y Rehabilitación - SINPAD, actualizado al 17 de mayo de 2017, se reportaron 231.874 víctimas, 1.129.013 afectadas y 143 fallecidas. Así como también 25.700 casas colapsadas, 258.545 afectadas y 23.280 inhabitables [2].

Es por ello que en las últimas décadas se vienen implementando técnicas y métodos para aumentar las propiedades mecánicas, así como también las características resistentes a la tracción y compresión de los suelos, todo esto se obtendrá mediante la incorporación de materiales o sustancias al suelo. Se sabe que la adición de fibras para mejorar suelos es una técnica antigua pero recién ha tomado importancia en los últimos 20 años gracias a las investigaciones. En el Perú es muy fácil obtener las fibras naturales gracias a la gran diversidad de frutos o plantas utilizados en la industria alimentaria, siendo estos de bajo costo, eco amigables, innovador y prometedor.

En la cuarta edición de los Premios Latinoamérica Verde del 2017, se presentó una investigación donde reforzaban hormigón con fibra de pseudotallo de plátano, esto sería viable puesto que como lo mencionan en la investigación, las propiedades del pseudotallo de plátano vuelven este agregado resistente y optimo en la construcción. A esto le añadimos que en diversos países de Latinoamérica se producen grandes cantidades de plátano, pero al ser cosechados los tallos, son desechados y sin un fin último contamina el medio ambiente [3].

En el Perú gracias a la diversidad de climas, existe una gran producción de plátano, esto hace que el cultivo de este fruto este presente en varias ciudades y departamentos. El Perú exporta casi toda su producción de bananos orgánicos, esto representa el 3% aproximadamente de banano orgánico según su producción mundial [4].

Además, tenemos tierra de diatomeas calcinada, que en el Perú no ha sido investigada para agregar a unidades de mampostería de tierra armada, pero tenemos un antecedente que pretende demostrar la factibilidad de utilizar tierra de diatomeas calcinadas en la fabricación de ladrillos. Usa arcilla de Catamayo. Además, está diseñado para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, peso volumétrico y resistencia a la compresión simple [5].

Sabiendo esto, la presente investigación se ejecutará con el fin de brindar información y determinar la influencia de incorporación de diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano en bloques de tierra reforzada resistentes a compresión y erosión.

Por lo consecuente, resulta importante formular el problema de investigación ¿La adición de diatomeas calcinadas y fibra de pseudotallo de plátano mejorara la resistencia y erosión de las unidades de tierra reforzada? Para darle respuesta al problema se formuló la siguiente hipótesis: La adición de diatomeas y fibra de pseudotallo de plátano aumentara la resistencia y mejorara el comportamiento de la erosión de las unidades de tierra reforzada.

Con la hipótesis formulada se estableció el siguiente objetivo general: **Evaluar la resistencia a compresión y erosión de las unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas en 0.50%, 1% y 1.50%, y fibras de pseudotallo de plátano en 0.25%, 0.50% y 0.75%.**

Asimismo, se definieron los siguientes objetivos específicos: Identificar las características de las diatomeas calcinadas y fibra de pseudotallo de plátano; analizar la composición química de la fibra de pseudotallo de plátano; determinar la dosificación optima de diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo para el suelo utilizado en los bloques de tierra reforzada en razón a las proporciones planteadas; comparar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de tierra reforzada modelo con respecto a las unidades de tierra reforzada adicionada con diatomeas calcinadas y fibra de pseudotallo de plátano; comparar los resultados de la resistencia y erosión de la muestra patrón y la muestra adicionada con diatomeas y fibra de pseudotallo de plátano.

En la actualidad las edificaciones realizadas con unidades de tierra reforzada no son convencionales en zonas urbanas, pero son utilizadas en zonas rurales en gran porcentaje, de las cuales en muchas de ellas habitan personas de escasos recursos. Estas edificaciones presentan baja resistencia al tener contacto con el agua. Este proyecto de investigación lo que busca será elaborar unidades de tierra reforzada adicionado con diatomeas calcinadas y fibra de pseudotallo de plátano resistente a la erosión y compresión.

Desde el punto de vista técnico, la fabricación de bloques de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibra de pseudotallo de plátano como estabilizante del suelo, podría desarrollar las propiedades físicas como las mecánicas de los bloques de tierra reforzada, obteniendo así un incremento en la resistencia a la compresión y la erosión de las mismas.

Desde el punto de vista social, es viable esta investigación gracias a la mayoría de viviendas que se encuentran en el departamento de Lambayeque de adobe. Según un estudio del INEI, el 53.5% de viviendas de la región Lambayeque presentan muros de adobe y quincha, condición que las hace vulnerables a eventos climáticos como el fenómeno El Niño o movimientos telúricos, mientras el que 46.5% restante de viviendas está hecha con paredes de ladrillo o bloques de cemento. También se evidenció que son 5 los distritos en Lambayeque con la incidencia de pobreza, siendo esta una cifra menor para asociar a que todo habitante que viva en una casa de tierra reforzada es pobre, si hay una relación, pero no es un causal [6].

Al perseguir los objetivos de la investigación, estas personas podrán obtener materiales de construcción de manera segura sin temor a que la lluvia derribara sus viviendas con facilidad. Esto influirá en la calidad de vida de las personas y contribuirá a reducir la pobreza financiera en los hogares, lo que conducirá a una sociedad que puede enfocar sus esfuerzos en su propio desarrollo. Permitiendo así que el país progrese a largo plazo con una sociedad contenta y feliz.

Evaluándolo desde el punto de vista económico, el utilizar las tierras de diatomeas calcinadas proporcionadas por la universidad para la investigación proporciona cierta ventaja, así como también la fibra de pseudotallo de plátano que es extraída de un residuo orgánico muy frecuente, fácil de elaborar y manejable; a eso le añadimos de que las materias primas en la elaboración de los bloques de tierra reforzada son asequibles. También tenemos su autoconstrucción como principal ventaja, puesto que su elaboración no genera complicaciones; y al igual que las unidades de tierra reforzada convencional, los mismos moradores con una adecuada capacitación podrían fabricar y estabilizar sus propias unidades para sus futuras viviendas.

Al considerarlo desde una perspectiva ambiental, el analizar la estabilización de una unidad de tierra reforzada, dice mucho sobre los beneficios ambientales que puede traer la aplicación de esta investigación. Todo esto debido a que se podría concluir que los estabilizadores aplicados contribuyen a aumentar la resistencia al desgaste del bloque, mejorando la calidad, convirtiéndose en un material que puede competir con los ladrillos cocidos. Esto reducirá la contaminación del aire que se produce durante la producción de ladrillos, ya que todo lo que la unidad de tierra reforzada necesita es la luz del sol para secarlo y usarlo, evitando el proceso de quemado, siendo este el proceso más contaminante por las horas que necesita el quemado en el horno.

Evaluándolo desde el punto de vista científico, tenemos que comúnmente se estudia el comportamiento de las unidades de tierra reforzada mejoradas ante un sismo, pero poco se investiga acerca de la resistencia de las unidades de tierra reforzada estabilizados ante la erosión, la inventiva de estas investigaciones es muy importante ya que mientras más investigaciones haya acerca de este tema, más diversidad se tendrá para escoger a la hora de realizarse, puesto que la investigación está enfocada hacia el sector más vulnerable. Sabemos también que la información obtenida formará la base de nuevas investigaciones destinadas a mejorar la resistencia y erosión adicionando diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano en la elaboración de las unidades de tierra reforzada.

Teniendo en cuenta todas estas justificaciones, mejorar las propiedades de las unidades de tierra reforzada, adicionándole diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano para aumentar la resistencia y la erosión en dichas unidades, es una opción con miras a construcciones más económicas, ecológicas y sobre todo sustentable.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Antecedentes

Antecedentes internacionales

Yu Chen Ying Grace, en su investigación, **Analysis of Stabilized Adobe in Rural East África** [7], tuvo como objetivo principal de esta investigación, realizada en la Universidad Estatal Politécnica de California, proponer un método de construcción para implementar una unidad de mampostería económica y duradera debido a la falta de integridad estructural por la exposición de la unidad a la humedad ambiental. Esto se llevará a cabo en el África rural con el objetivo de ayudar. En el apartado de Métodos se realizaron ensayos con 10% cemento, 5% cemento, 5% cemento más 5% cal, 7% cal más arena, 7% cal más arcilla y 10% cal más arcilla. Luego de ensayos en unidades de aspersion de agua, inmersión, módulo de ruptura y resistencia a la compresión, se concluyó que 5% cemento más 5% mezcla de cal y 7% mezcla de cal y arcilla fueron los especímenes más duraderos y resistentes.

Alam, Naseer y Shah, en su investigation, **Economic stabilization of clay for the construction of earthen buildings in rainy and flood-prone areas** [8], nos dice que aproximadamente la mitad de la población mundial total reside o trabaja en edificios hechos de tierra. Es un agregado de construcción barato y, por lo tanto, uno de los más antiguos conocidos por la humanidad. El agua es el peor enemigo de los edificios de tierra cruda. Para que sea resistente al agua y duradero, se agregan diferentes estabilizadores a la arcilla en la construcción de edificios. El cemento, la cal, el betún, las fibras (naturales y sintéticas) y otros productos químicos se utilizan en todo el mundo. Esta investigación está dirigida a encontrar medios deseables y efectivos de materiales de construcción, que sea económico y fácil de manejar. Para ello, en este estudio se utilizaron como estabilizadores cemento, cal, yeso y paja natural de trigo (todos en diferentes combinaciones) para proteger las construcciones de tierra de los efectos nocivos de la lluvia y las inundaciones. Las muestras producidas se sometieron a dos pruebas diferentes no estándar y basadas en la relatividad para examinar la durabilidad de los materiales utilizados bajo lluvia e inundación. Las muestras también se ensayaron a compresión y tensión, dichos resultados obtenidos serán comparados con los datos publicados. A partir del análisis y una comparativa de resultados de las pruebas, se encontró que el uso de 4 % de cemento con 1 % de paja mostraría excelentes resultados para la construcción en áreas propensas a

precipitaciones e inundaciones. Por lo tanto, si una casa se construye con esta combinación de estabilizadores en un área lluviosa y propensa a inundaciones, será más resistente a la intemperie y también económica.

Antecedentes Nacionales

Sánchez Paredes Elvis y Takahashi Sotomayor Víctor, en su investigación, **Influencia de la adición de Tierra De Diatomeas en el potencial de corrosión del acero ASTM A615 dentro del concreto reforzado elaborado con cemento Portland Tipo I Y Cemento Tipo Ico En El Distrito De Máncora – Piura** [9], evaluó el efecto de la adición de un determinado porcentaje de tierra de diatomeas sobre la resistencia al desgaste del acero A615 incorporado en cemento Portland Tipo I y cemento Portland ICo Extraforte. El objetivo de este estudio fue determinar la proporción óptima de tierra de diatomeas a ser adicionada al concreto elaborado con cemento Tipo I y cemento de resistencia Ico para reducir el potencial de corrosión del acero embebido en el concreto. Las proporciones de las diatomeas estudiadas fueron 5%, 10% y 20%, además de la relación cemento a/c = 0.60, 0.65 y 0.70. Se inserta una varilla de 25 cm de largo y 5/8" de diámetro para la prueba de desgaste ASTM C876, en especímenes de 4" x 8". Se tomó una muestra de 15 x 30 cm para la prueba resistencia a la compresión según la norma ASTM C109. Los resultados correspondientes a/c = 0.60 se realizaron utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland Ico, tomando como referencia los ensayos de compresión, mostrando una resistencia aceptable cuando se adicionó un 10% de diatomea en la estructura de concreto, a/c = 0.65 obtenido con cemento portland tipo I y cemento portland tipo Ico, con referencia a la prueba de compresión mostró una resistencia aceptable al agregar un 5% de tierra diatomea en la estructura de concreto. Finalmente, para a/c = 0.70, elaborado con cemento portland cemento portland tipo I y cemento portland tipo Ico, en referencia a las pruebas de compresión, presenta una resistencia aceptable cuando se le agrega un 10% de tierra diatomea a la estructura de concreto.

Guerra Armas Kehila, en su investigación, **Capacidad Portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibras de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes** [3], tuvo como objetivo principal determinar la capacidad portante de 3 suelos arcillosos adicionando fibra de pseudotallo de plátano en tres diferentes porcentajes, para este trabajo,

se usaron muestras de suelo recolectadas a lo largo de la carretera Namora-Llacanora, en el laboratorio se examinó el contenido de humedad, análisis granulométrico y límite de Atterberg, siendo distribuidos según SUCS y AASHTO; seguido se estudiaron experimentos de Proctor modificado y CBR. Además, los efectos del pseudotallo de plátano infiltrado en el CBR fueron estudiados. Por lo tanto, se obtuvo: para el suelo N° 01 con un CBR al 0.1” y al 0.2” la muestra modelo tuvo los valores de 0.577 y 0.615, con una adición del 0.25% de 0.870 y 0.900, con una adición del 0.50% de 0.405 y 0.405 y con una adición del 0.75% de 0.358 y 0.365. Para el suelo N° 02 con un CBR al 0.1” y al 0.2” la muestra modelo tuvo los valores de 0.370 y 0.465, con adición del 0.25% de 1.185 y 1.310, con adición del 0.50% de 0.592 y 0.633 y con adición del 0.75% de 0.468 y 0.485. Para el suelo N° 03 con un CBR al 0.1” y al 0.2” la muestra modelo tuvo los valores de 0.873 y 0.980, con adición del 0.25% de 1.150 y 1.165, con adición del 0.50% de 0.794 y 0.808 y con adición del 0.75% de 0.433 y 0.515.

Antecedentes Locales

Velarde Tello Oscar, en su investigación, **Mejoramiento de la Resistencia del Adobe Estabilizado con Mucilago de Cactus para efectos de Lluvias, Lambayeque, 2021** [10], se centra en el estudio de encontrar materiales para mejorar la calidad y la durabilidad del Adobe; y establece el siguiente objetivo, determinar que tanto mejoro la estabilidad del adobe con mucilago de cactus para efectos de lluvia; esta es la forma habitual de diseñar estudios experimentales con notas instrumentales y documentación de apoyo. Como resultado, se concluyó que al agregar un 3% de mucilago de cactus, mejoró la carga admisible en un 21,78%, lo que contribuyó en gran medida a las propiedades físicas y mecánicas del bloque de adobe. La lluvia simulada aumentó en un 166,67%, dando una mejora en la resistencia a la inundación simulada en un 100,00%. En las propiedades fisicoquímicas del mucilago de cactus se midió un valor de pH de 4.4, así como también sales de NaCl y CaO, teniendo un contenido de agua de 1.113 g/ml y una viscosidad de 2,75 dl/g.

Sandoval Alvarado Grecia, en su investigación, **Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal** [11], tuvo como objetivo principal el estudio de evaluar la erosión y la resistencia a la adición de ceniza de carbón y cal en base

al porcentaje en peso de adobe. La investigación y desarrollo se concentró principalmente en la región de Túcume, donde primero se realizaron los siguientes trabajos: Ensayos de campo para la selección de materiales, ensayos de laboratorio para determinar el mejor suelo para la fabricación del adobe. La ceniza de carbón, en cambio, proviene de las ladrilleras artesanales, y la cal del norte de Lambayeque. Esto también incluye pruebas físicas y mecánicas de los bloques. Bloques que contienen 3%, 5%, 8%, 10% y 12% de cenizas volantes y cal para comparación de propiedades con bloques existentes en esta zona. De manera similar, se construyeron muros estándar y se edificaron pozos de inundación para evaluar la resistencia al agua. Como resultado de la verificación de los resultados se concluyó que la resistencia al desgaste y la resistencia a la compresión de los bloques mejoraron al agregarles un 10% de cal y ceniza de carbón.

Bases Teóricas Científicas

Unidades de tierra reforzada

Definición

Los bloques de tierra reforzada son un tipo muy simple de construcción hechos a mano con tierra, paja y agua. Primero, se selecciona un área cercana al sitio de construcción para la producción, donde se extraerá el suelo, y luego se mezclará con paja y agua hasta obtener una mezcla homogénea y elástica. Finalmente, esta mezcla se coloca en un molde de madera para hacer bloques de tierra reforzada y luego se seca al aire durante 30 a 60 días [12].

La norma E.080 tierra reforzada, determina como unidad de tierra reforzada a la unidad adicionada con paja u otro componente para aumentar su resistencia y durabilidad [13]

La norma indica que el suelo apto para realizar los bloques de tierra reforzada estará conformado entre un 15% a 25% de limos, entre 10% a 20% de arcilla y 55% a 70% de arena. Como también deberá estar libre de sustancias orgánicas que puedan ser nocivas [14].

Propiedades de las unidades de tierra reforzada

Propiedades físicas

a) Confort térmico

La propiedad física más destacada del bloque de tierra reforzada es su confort térmico, es decir, el rango de temperatura confortable que tienen las casas sin quemar en el interior, teniendo en cuenta el clima local, de modo que en invierno la temperatura dentro de la casa sin calefacción sigue siendo cálida y caliente. En verano se torna fresca.

La baja conductividad térmica del bloque de tierra reforzada, cuyo valor va desde 0.20 a 0.80, lo transforma en uno de los materiales con la más baja conductividad térmica [15].

b) Aislante acústico

Las edificaciones de tierra reforzada están intrínsecamente insonorizadas; el aire que pasa por conducción acústica es inhibido por su masa, la energía sonora recibida es absorbida por su estructura molecular porosa, a diferencia de las partículas lisas y homogéneas, que transfieren frecuencias más pronunciadas, tales como el vidrio o el concreto. Se considera como un ruido fuerte a 56 decibeles, siendo este capaz de penetrar una pared elaborada con unidades de tierra reforzada de 40 cm de espesor, el cual está muy por encima del nivel óptimo para la habitación, esto da a conocer que las unidades de tierra reforzada cumplen con el objetivo de aislar el sonido sin la necesidad de aislantes artificiales contaminantes o recubrimientos costosos [11].

c) Variabilidad dimensional

Esta variación ocurre entre los lados opuestos de un bloque de tierra reforzada en ancho, largo y alto. En general, las dimensiones son características geométricas que ningún bloque puede capturar perfectamente. Por lo tanto, hay diferencias en longitud, anchura y altura. Estos defectos geométricos generan un impacto en la estructura de la pared, esto se ve manifestado por la necesidad de realizar juntas de mortero con dimensiones mayores a las prácticas [16].

Propiedades mecánicas

a) Resistencia mecánica

El bloque de tierra reforzada por naturaleza es una unidad de albañilería de baja resistencia ante compresión y a tracción, resistente a otros factores que la superan en valor, pero sus dimensiones mecánicas son favorables en la fabricación y cumplen con los lineamientos y dimensiones de la geometría del material, además con un adecuado mantenimiento, se podrán construir edificios duraderos y permanecer en condiciones óptimas durante más de 100 años [11].

b) Resistencia al desgaste causado por precipitaciones

Es la capacidad que presenta la unidad de tierra reforzada para soportar el desgaste ante constantes precipitaciones sin cambiar su función [16].

c) Regenerativos

El estar realizado por componentes locales y externos vistos en el medio ambiente; el bloque de tierra reforzada y tapial pueden devolverse parcial o totalmente a la naturaleza una vez que la vida útil de la edificación o vivienda ya haya cumplido. En cambio, el cemento, el concreto y el ladrillo no se reintegran al medio, después de que la vida útil de la vivienda haya culminado, perdurando como residuo y teniendo un mayor impacto ambiental [17].

d) Resistencia al fuego

Por el buen desempeño de sus propiedades físicas y químicas, la tierra reforzada contiene una alta resistencia al fuego y estabilidad, superando así a diferentes tipos de materiales como el acero y el ladrillo que son de origen industrial [17].

Composición de la unidad de tierra reforzada

a) Limo

Este compuesto no presenta cohesión porque son secos y tienen menor resistencia al roce que la arena, pero en manifestación del agua, su adherencia incrementa con el cambio de volumen debido a su contracción y expansión [17].

b) Arcilla

Es el compuesto que da cohesión al suelo al unir suelos más gruesos, por lo tanto, las arcillas húmedas a diferencia de las arenas, si muestran variantes muy radicales en la composición del suelo debido a su variación [17].

c) Arena

Este compuesto por más de presentar estabilidad no presenta cohesión debido al proceso de secado, así como también no presentan un desplazamiento apreciable entre las partículas que las componen, pero con una fricción interna resistente [11].

d) Agua

Es un elemento imprescindible para hidratar y potenciar las propiedades de los bloques de tierra reforzada, por consiguiente, este agregado debe cumplir con los criterios para realizar su mejor desempeño en el proceso químico, sin incitar a posibles problemas colaterales y sin ostentar ciertos compuestos o sustancias dañinas [17].

El uso del agua en la mezcla para el bloque de tierra reforzada es el siguiente: Hidratarlo después de haber reaccionado con la tierra y cooperar en la manejabilidad de la mezcla actuando como lubricante. Por lo tanto, por motivos de trabajabilidad dependerá la cantidad de agua involucrada en la mezcla, siendo más agua de la necesaria para hidratar las unidades

de tierra reforzada. Para su uso, nos enfocamos en la gestión óptima del agua destinada al consumo humano, respetando los límites nominales de referencia con respecto contenido de carbohidratos y sulfatos. [11].

e) Paja

La paja mejora su adherencia y reduce la contracción como resultado del secado al aire libre, mejorando así toda la pared de tierra reforzada al aumentar su adherencia con el mortero y los revestimientos; se recomienda usar paja picada en trozos de 5 cm a 10 cm, dado que la paja viene en diferentes tipos, preferiblemente 1% en peso, puede disminuir la resistencia de las unidades si el porcentaje es excesivo [17].

Fabricación de las unidades de tierra reforzada

Selección de suelo

Para realizar unidades de tierra reforzada el suelo requerido deberá estar conformado por 15 a 25% de limos, 10 a 20% de arcilla y 55 a 70% de arena. El suelo empleado en el cultivo no deberá ser usado [14].

El agregado de tierra utilizado para fabricar los elementos de tierra reforzada deberá estar limpio, libre de basura y piedras. La arcilla provoca principalmente grietas y contracciones. Los suelos arenosos no tienen suficiente cohesión de los granos, las unidades de tierra reforzada se desmoronan. Los suelos que contienen exceso de materia orgánica no están aceptados para la elaboración de las unidades de tierra reforzada debido a su baja resistencia y su escasa resistencia a la humedad. El suelo que contiene sales solubles es higroscópico, por lo que no se recomienda este tipo de suelo [11].

Hidratación previa

Se recomienda humedecer la tierra, es decir, mezclar la tierra hasta la saturación, y luego deja “descansar” de 1 a 3 días antes de darle forma a los bloques. Este proceso aumenta la manejabilidad del suelo, reduce el fisuramiento durante el secado y que las propiedades del bloque se vean aumentadas, este proceso es conocido como: hidratación previa o “pudrición” del suelo. El propósito de este minucioso proceso de humectación es saturar los granos de arcilla y suprimir los grumos [11].

Dimensionamiento

Los bloques de arcilla pueden tener secciones transversales rectangulares o cuadradas, y en el caso de intersecciones con ángulos menores o mayores de 90°, de una determinada forma.

El tamaño de las fracciones debe concentrarse en las siguientes proporciones: para una unidad de sección transversal que es un rectángulo, la medida de longitud deberá ser de aproximadamente el doble del ancho. Además, la relación de aspecto debe ser de 4 a 1. Por lo regular, la altura debe ser superior a 8 cm [11].

Preparación del barro

Primero se seleccionará el suelo, luego se escogen las piedras y algunos diferentes elementos residuales o inadecuados, para así elaborar el barro.

Esta tierra debe humedecerse bien y luego dejarse reposar durante uno o dos días, antes de ser vertido al molde [11].

Mezclado

En la preparación del adobe el mezclado puede hacerse a mano o a máquina dependiendo de la cantidad del componente que se requiera, especialmente de la disposición del equipo y la mano de obra disponible. [11].

Moldeo

El proceso de moldeo de las unidades de tierra reforzada permite utilizar moldes sin fondo o con fondo. El uso de un molde sin fondo permite una mayor producción, pero se obtiene una menor presión, lo que además genera una mayor fatiga para el operario al verter el molde en el piso. En el caso del molde con fondo, disminuye la eficiencia, mayor presión y el moldeo se hace vertical o de pie, lo que reduce la dificultad para el operario. De cualquier modo, el molde se termina con una regla que se usa para recortar el exceso de arcilla [11].

Secado y Almacenamiento

El área de secado debe ser plana, limpia y sobre todo lo suficientemente grande para acomodar algunos días de producción. Para evitar que la tierra y los bloques de tierra reforzada se peguen y provoquen grietas, se recomienda una capa final de arena u otro agregado que pueda separarse fácilmente de los bloques de tierra reforzada [11].

Componentes adicionales

Diatomeas calcinadas

La diatomea es una roca sedimentaria silíceo de grano fino formada por la acumulación de grupos de fistulas de diatomeas, que son solo células muertas que se han acumulado por gravedad. Su acumulación da lugar a la aparición de amplios y someros ambientes

sedimentarios donde el agua es rica en nutrientes y sílice. Además, debe protegerse de la participación externa para recolectar suficiente exceso de restos silicios [9].

De las especies de diatomeas extintas y existentes, hay más de 10.000 especies, de las cuales algunas pueden vivir en el hielo y aguas termales, así como en los pantanos o incluso en la corteza húmeda, pero son más abundantes en el agua clara que en el agua dulce o salada [18].

El 61% de la producción mundial de diatomeas se utiliza como filtro, sobre todo para vino, cerveza, etc. Por otro lado, el 39% restante se utiliza como agente de carga en variedad de industrias, como la fabricación de plásticos y pinturas. Hay muchas razones para usar tierra de diatomeas para la filtración, e incluso se agrega al concreto como un sustituto parcial del cemento para mejorar sus propiedades, proporcionando un material más duradero, liviano y altamente poroso [19].

Tabla IV. Propiedades físicas de la diatomita requerida en la industria

Propiedades	Definición
Porosidad	Alta porosidad.
Color	Por lo regular blanco brillante (alta pureza).
	Blanco (calcinada con fundente).
	Rosa (calcinada).
	Gris (sin calcinar).
Aspectos macroscópicos	Roca Pulverulenta, fina y porosa con aspecto margoso.
Capacidad abrasiva	Suave.
Conductividad térmica	Muy baja.
Capacidad para absorber líquidos	Muy alta.
Resistencia a la temperatura	Alta resistencia.
Punto de fusión	Entre 1400 y 1750 °C.
Peso específico	2.0 g/cm ³ (calcinada aumenta a 2.3 g/cm ³).
Química	Química inerte.
Dureza (Mohs)	4.5 - 5 (calcinada incrementa 5.5 - 6).

Fuente: Repositorio de la Universidad Autónoma de Hidalgo

En un estudio realizado se obtuvo que la diatomita puede ser empleada en unidades de albañilería cocida, reemplazando un porcentaje del peso total del ladrillo. Presentando así una mayor en la resistencia a compresión simple de 62.4 %, así como también los ladrillos adicionados con diatomeas calcinadas disminuyen en un 27% su masa con respecto a los ladrillos cocidos artesanalmente [5].

Fibras

Las fibras son muy utilizadas en la estabilización de suelo, es por ello que en las investigaciones se observa una gran variedad de fibras, que pueden ser sintéticas o naturales. Su desempeño dependerá según sus características y las del suelo.

Fibras sintéticas

Estas disponen de una gran variedad, pero los más utilizados se eligen por su alta resistencia mecánica y excelente durabilidad. Por ello, los más utilizados son los hilos de polipropileno, los monofilamentos de poliamida y el alcohol polivinílico [3].

Fibras Naturales

Las fibras naturales pueden ser consideradas como materiales compuestos por su conformación (celulosa, hemicelulosa, lignina, entre otros), así como también biopolímeros. Estos últimos pueden sufrir fácil degradación o descomposición, ya que los biopolímeros se definen como materiales biodegradables [3].

Estas fibras pueden ser obtenidas de frutos y plantas, por su costo y accesibilidad son mucho más utilizadas, así como también por presentar características parecidas a las fibras sintéticas en la estabilización de suelos. Su variedad es inmensa, ya que nuestra biodiversidad lo permite. En la construcción las fibras más empleadas según la recopilación de información son: fibra de coco, fibra de palma, fibra de celulosa procesada, fibra de paja de arroz, fibra de pseudotallo de plátano.

Fibras de Pseudotallo de Plátano

Las fibras provenientes del plátano presentan propiedades físicas y mecánicas a favor, encontrándose entre ellas la longitud, diámetro, ángulo de microfibras y la relación de aspecto. Distintos estudios comprueban que, según el ángulo de microfibra, para valores pequeños de esta propiedad, se obtiene un módulo de elasticidad elevado y que a más pequeño el diámetro de hebra, más grande será la relación de aspecto [20].

Las fibras de pseudotallo de plátano están compuestas de lignina, hemicelulosa y celulosa, siendo esta última la más predominante. Presenta baja densidad de absorción al agua, como también una resistencia media a los componentes que generan degradación ambiental. Las fibras en estado seco son similares al yute en cuanto a su resistencia, flexibilidad y finura.

Tabla V Composición química de la fibra de pseudotallo de plátano.

Característica	Unidad de medida
Humedad	9.86%
Elongación	Alta
Celulosa Promedio	73.50%
Lignina Promedio	12.99%
Hemicelulosa Promedio	6-8%
Ceras, grasas y resinas	11.79%

Fuente: Repositorio Universidad Cesar Vallejo.

Tabla VI Propiedades físicas de fibra de pseudotallo de plátano.

Característica	Unidad de medida
Longitud	3m (máx.)
Diámetro	0.18 - 0.20 mm
Propiedades mecánicas	resistente en torsión y tracción
Resistencia al agua	No afecta agua salada
Acción a la intemperie	Cambio de coloración (al sol)

Fuente: Repositorio Universidad Cesar Vallejo.

Esta fibra de pseudotallo de plátano es un material extraído del desperdicio de la planta de plátano ya que, una vez extraído el fruto, el resto se desperdicia incluido el tallo. El pseudotallo es talado después de la recolección de frutos y después de un desfibrado mecánico o manual se extraen las fibras. Primero se cortará el pseudotallo de plátano en longitudes de 50 cm para un adecuado remojo, dicho remojo será de 3 días. Después se cortará los bordes más finos, siendo este paso importante para el cepillado del pseudotallo, este paso será lo más cuidadoso posible para no dañar la fibra. Después se procederá a limpiar las fibras con detergente quitando así el líquido excedente que junta y enreda a las fibras. Se cepillarán las fibras para remover residuos, seguido al cepillado, las fibras se cortarán, después serán secadas en sombra o bajo el sol a una humedad de $13 \pm 2\%$, dicho proceso dura 2 semanas. Por consiguiente, se almacenarán a 20°C de temperatura con una humedad de $62 \pm 2\%$, hasta su uso [3].

Normas Técnicas Peruanas (NTP)

Ensayos de materiales

Análisis y Ensayos in situ

a) Prueba de Cinta de Barro

Para evaluar la presencia de arcilla en un suelo, se puede emplear el método de la "cinta de barro" (aproximadamente 10 minutos). Se utiliza una porción de arcilla con la humedad adecuada para facilitar su manejo. Se toma un trozo de arcilla y se aplana gradualmente entre el índice y el pulgar hasta obtener una cinta con un espesor de 4 mm. Luego, se permite que la cinta se estire todo lo posible. Si las tiras alcanzan una longitud de 20-25 cm, indica que el suelo contiene una alta proporción de arcilla. Por otro lado, si la cinta se acorta o se reduce en 10 cm o menos, esto sugiere que el suelo tiene una baja cantidad de arcilla. [14].

b) Prueba de presencia de arcilla o resistencia seca

- Se moldearán cuatro pequeñas esferas utilizando tierra local como material de construcción. Se debe utilizar tierra de un lugar adecuado y agregar una pequeña cantidad de agua para crear las 4 bolitas. La cantidad de agua agregada debe ser la mínima necesaria para permitir que cada bolita se forme en la palma de la mano, impidiendo que se vea desproporcionada a simple vista una vez seca.

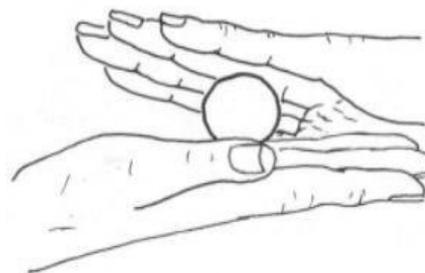


Figura N° 1 Prueba de resistencia seca

- Las bolitas deberán secar por 48 horas al aire libre, se deberá tener en cuenta que no se humedezcan o mojen ante algún agente externo o derrame de agua, etc.
- Transcurrido el tiempo necesario se deberá oprimir con dureza c/u de las bolitas con el dedo pulgar y el índice de una mano.

- Luego, si al menos una bolita se agrieta o se rompe en la prueba, se rehacen las cuatro bolas usando el material original y se dejaran secar en las mismas condiciones que antes.



Figura N° 2 Consideraciones de la prueba de resistencia seca

- Transcurrido el tiempo de secado, se repite la prueba. La cantera elegida para la prueba será descartada si se resquebraja, fisura o derrumba repetidamente. En el caso de que la prueba no se rompa o las 4 bolitas no se rompan, la cantera de donde se extrajo la muestra será apta y reconocida como material de construcción [14].

Pruebas de laboratorio

a) Limite liquido

La norma técnica NTP 339.129 establece que el límite líquido se refiere al nivel de humedad, expresado como un porcentaje, en el cual se identifica que el suelo se encuentra en un estado entre plástico y líquido. También se conoce como contenido de humedad. Se determina observando el cierre de una ranura en ambos lados de la masa de suelo, en el cual la separación se cierra 13 mm (1/2 pulgada) en su parte inferior, al dejar caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a una velocidad de dos caídas por segundo [11].

Ecuación 1: Contenido de humedad a 15,25 y 35 golpes

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Ww: Peso de la muestra húmeda

Ws: Peso de la muestra seca

b) Límite plástico

La norma técnica NTP 339.129 establece el método de ensayo utilizado para Límite Plástico. Siendo porcentaje de humedad necesario para que el suelo se encuentre en el punto de transición entre su estado plástico y su estado semisólido [17].

Ecuación 2: Límite de plasticidad

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Ww: Peso de la muestra húmeda

Ws: Peso de la muestra seca

c) Índice de plasticidad

El límite plástico es el contenido de humedad en el cual el suelo adquiere un comportamiento plástico. Se calcule como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico [17].

Ecuación 3: Índice de plasticidad

$$IP = L_L - L_P$$

L_L = Límite líquido

L_P = Límite plástico.

d) Granulometría

La NTP 339.128 describe a la granulometría como proceso de separar una muestra de suelo utilizando una serie de tamices preparados en orden ascendente de abertura, con el objetivo de determinar el tamaño y la distribución de las partículas presentes en ella [13].

Se utilizaron un conjunto de tamices con aberturas de diferentes tamaños (N°10, N°20, N°40, N°60, N°80, N°100, N°200 y fondo), una balanza con una precisión de 0.1 gramos y recipientes para contener las muestras de suelo durante el proceso de granulometría.

El proceso de granulometría comienza extrayendo una muestra del suelo del horno y registrando su peso en un cuaderno. A continuación, se procede a pasar el material por los tamices seleccionados en orden posterior. Después de cada paso, se pesa el material retenido en cada malla y se registra como peso retenido. Este proceso se repite hasta llegar al límite de la malla N°04. Con el material que pasa esta malla, se obtiene una muestra representativa mediante el uso de un partidador de muestras, asegurándose de obtener una muestra de entre 500 y 1000 gramos. La muestra obtenida se seca por completo y se recolecta una muestra de 200 gramos, que se coloca en un recipiente de aluminio y se llena de agua. A continuación, se realiza el lavado del suelo agitándolo en forma de un "ocho" utilizando un alambón de punta redondeada durante 15 segundos. El líquido se vierte en el tamiz N°200 para eliminar los finos, y se repite el proceso de lavado varias veces hasta que el agua salga limpia o casi limpia. Una vez completado el lavado, la muestra se seca en el horno, se deja enfriar y se tamiza nuevamente utilizando los tamices N°8 a N°200. Se pesa la cantidad de muestra retenida en cada malla y se realizan los cálculos correspondientes para obtener el porcentaje retenido parcial, el porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa. A partir de estos datos, se dibuja la curva granulométrica [13].

Ecuación 4: Porcentaje retenido en cada malla

$$\%retenido = \frac{w_r}{w_s} \times 100\%$$

Wr: Peso retenido

Ws: Peso seco de la muestra

e) Contenido de humedad

Este proceso basado en la norma NTP 339.127 nos permite determinar la cantidad de agua en una muestra de suelo en un momento dado, también conocida como humedad interna del suelo. [11].

Se utilizará para el procedimiento una balanza con capacidad de 1 kg y una precisión de 0,1 kg. Un horno con una temperatura superior a los 100°C. Una tara para calibrar la balanza. Una bandeja de hierro de 5/8 de pulgada. Una

franela para manipular objetos calientes. Por último, guantes de protección para evitar quemaduras.

En primer lugar, se pesan dos taras vacías para obtener su peso inicial. En segundo lugar, se coloca la muestra de suelo en las taras, llenando aproximadamente tres cuartas partes de su capacidad, y se procede a pesarlas. En tercer lugar, se colocan las taras con la muestra húmeda en un horno y se mantienen allí durante 24 horas. Finalmente, se retira la muestra del horno y se pesa la tara junto con la muestra seca para obtener su peso final.

Ecuación 5: Porcentaje del contenido de humedad

$$W\% = \frac{w_h - w_s}{w_s} \times 100\%$$

Wh: Peso de la muestra húmeda (gr)

Ws: Peso de la muestra seca (gr)

Ensayos a las unidades de tierra reforzada

Ensayos físicos

a) Determinación de peso de las unidades de tierra reforzada

Se debe el procedimiento descrito en las normas técnicas NTP 399.613 y 399.604 para obtener el peso de las unidades de albañilería. Estas normas establecen los métodos de prueba y ensayos específicos para los ladrillos de arcilla utilizados en la construcción de albañilería [11].

b) Variación dimensional de las unidades de tierra reforzada

Con el fin de evaluar la variación en las dimensiones de las unidades de albañilería, se realiza el procedimiento establecido en las normas técnicas peruanas NTP 399.613 y 399.604. Durante la prueba, se extrae cada muestra y se mide con precisión su altura, longitud y anchura utilizando instrumentos con una precisión de hasta 1 mm. Estas medidas se obtienen promediando cuatro medidas tomadas en el punto medio de cada borde de la superficie de la muestra. [13].

Ecuación 7: Variación dimensional del largo

$$VDL(\%) = \left(\frac{LP(cm)}{24} - 1 \right) \times 100$$

Ecuación 8: Variación dimensional del ancho

$$VDA(\%) = \left(\frac{AP(cm)}{12} - 1 \right) \times 100$$

Ecuación 9: Variación dimensional de la altura

$$VDH(\%) = \left(\frac{HP(cm)}{9} - 1 \right) \times 100$$

c) Prueba de succión en las unidades de tierra reforzada

La norma NTP 399.613 describe el procedimiento de succión en albañilería, el cual será adaptado para las muestras de esta investigación. El propósito principal de este ensayo es determinar una prematura absorción de la unidad en estudio, es decir, la cantidad de agua que la muestra puede absorber en un tiempo estándar de 1 minuto con una tolerancia de +/- 1 segundo [13].

Se requiere un recipiente adecuado para almacenar agua y varillas de acero que servirán como soportes para las unidades de tierra reforzada.

Ecuación 10: Porcentaje de succión en unidades de tierra reforzada

$$Succión = \frac{(W_h - W_s)}{A} \times 200$$

Donde:

W_h = Peso seco de la unidad (gr)

W_s = Peso después del ensayo (gr)

A = Área de contacto de la muestra con el agua (cm²)

d) Alabeo

La norma NTP 399.613 afirma que este ensayo tiene como propósito evaluar la curvatura de los bloques de tierra reforzada, ya sea en forma cóncava o convexa. Para su realización se utilizará una regla de acero graduada de 30 cm, una brocha para limpiar impurezas y una varilla de metal con punta redondeada.

[13].

El procedimiento para realizar esta prueba incluye los siguientes pasos: Cada muestra debe identificarse y limpiarse con un cepillo. Para determinar si una superficie es cóncava, coloque una regla a lo largo o en diagonal y use una cuña para medir la distancia máxima entre la superficie y la regla. Si el borde es cóncavo, coloque una regla sobre el borde y use una cuña para medir la distancia máxima desde el borde hasta la regla. Para verificar si la superficie es curva, coloque la muestra en el semiplano y coloque una cuña en cada una de las cuatro esquinas de la superficie. Si el borde está levantado, coloque una regla al final del borde y use una cuña para medir la distancia máxima desde el borde hasta la regla. [13].

Ensayos Mecánicos

a) Ensayo de Erosión Acelerada

Este método de prueba se utiliza para determinar la resistencia a la erosión de un bloque de suelo midiendo la profundidad de la cavidad creada por el impacto de un chorro de agua sobre el bloque. [11].

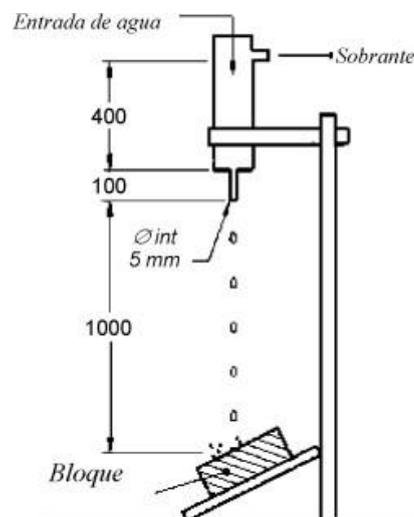


Figura N° 3 Equipo de Erosión Acelerada

Esta prueba sigue las pautas establecidas en la norma UNE 41410:2008, que se refiere a los bloques de tierra reforzada utilizados en muros y tabiques. El ensayo se basa en el método de erosión acelerada Swinburne (SAET) y en estudios previos realizados en similares condiciones.

En este artículo, recrearemos una situación de lluvia constante usando gotas de agua. Para ello, se acopla al depósito un micro gotero al que se le añade un nivel constante de líquido. La muestra de material se coloca en una posición inclinada en un ángulo de 27 grados con respecto a la horizontal. Se goteó agua sobre la muestra desde una distancia de 1,5 m desde la superficie. Luego se vuelve a confirmar la varilla de 3 mm de diámetro para medir la profundidad de la cavidad creada en la muestra [11].

b) Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de tierra reforzada

Las fuerzas que se utilizarán en las muestras de tierra reforzada se concentrarán en las caras de mayor área, es decir, la cara superior y la cara inferior de descanso. Para distribuir adecuadamente estas fuerzas, se utilizarán placas de acero colocadas en ambas caras de la muestra. Estas placas de acero ayudarán a distribuir uniformemente la carga aplicada y garantizarán que las fuerzas se transmitan de manera equitativa a través de toda la superficie de las caras seleccionadas. De esta manera, se asegura una carga uniforme y controlada durante el ensayo de las muestras de adobe [11].

En resumen, la norma E.080 incluye la identificación de las muestras, la uniformización de la superficie, la medición del área de contacto y el ensayo de compresión utilizando una máquina especializada. Todo esto se realizó con el objetivo de evaluar la resistencia y las propiedades de las muestras en términos de compresión [11].

Ecuación 11: Resistencia a compresión de unidades de tierra reforzada.

$$f' b = \frac{P}{A} \left(\frac{kgf}{cm^2} \right)$$

f' b: Resistencia a la compresión

P: Carga perpendicular aplicada a la superficie de tierra reforzada

A: Área de contacto

c) Ensayo de compresión a muretes o pilas

La norma E.080 da como objetivo determinar la resistencia a la compresión de una estructura de albañilería, específicamente en el caso de pilas. Al ejecutar el

ensayo, se aplicará una carga progresivamente creciente sobre la pila de tierra reforzada hasta que se alcanza el punto de falla o ruptura [14].

Para su ensayo se determinará el valor de esbeltez mediante la construcción de pilas compuestas utilizando la cantidad necesaria de adobes, asegurándose de mantener su verticalidad. El procedimiento realizado para este ensayo fue el siguiente:

Se construyen las pilas de tierra reforzada. Identificación y secado de cada una de las muestras durante 28 días. Se uniformiza la superficie utilizando un mortero de cemento y yeso en una proporción de 2 a 1. Toma de medidas del área de contacto (largo y ancho) de cada muestra. Ensayo de la unidad en pilas utilizando una maquina compresora [14].

Ecuación 12: Esfuerzo Admisible del muro.

$$f_m = 0.4 * f'_m \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

f'_m : esfuerzo de compresión último de la pila.

Ecuación 13: Resistencia a compresión último de la pila

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

P: Carga de rotura aplicada a las pilas de adobe

A: área de contacto donde aplica la carga

Ecuación 14: Resistencia a la Compresión por Aplastamiento

Esfuerzo admisible a la compresión por aplastamiento = $1.25 f_m$

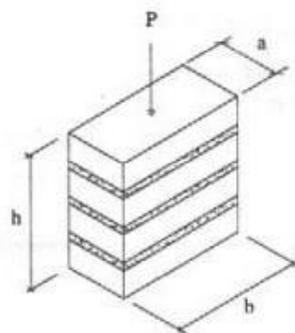


Figura N° 4 Ensayo de compresión a muretes

d) Compresión diagonal

La resistencia a la compresión por cortante de la mampostería se puede obtener realizando ensayos de compresión diagonal utilizando especímenes específicos de estudios relacionados. Según la norma E.080 si la prueba no se realiza en un murete, se puede usar el valor de esfuerzo cortante permisible de 0,25 kg/cm². [14].

Se deben seleccionar las unidades de adobes para la construcción de los muretes, teniendo en cuenta los criterios de calidad y resistencia adecuados. Los muretes a construir tendrán unas dimensiones de 65 cm x 65 cm. Es importante uniformizar toda la superficie que estará en contacto con la carga aplicada, asegurando que esté nivelada y libre de irregularidades. Además, se debe permitir que las muestras de adobes se sequen durante un período de 28 días antes de proceder con el ensayo o cualquier carga adicional. Esto garantiza que los adobes hayan alcanzado la resistencia y estabilidad necesarias para el análisis. Por último, se determinará y analizará los valores [14].

Ecuación 15: Esfuerzo admisible al corte del muro de tierra reforzada.

$$V_m = 0.4f't$$

Ecuación 16: Esfuerzo último del murete

$$f't = \frac{P}{2 * a * e_m}$$

P= carga aplicada

a= ancho de las muestras a ensayar

e_m= espesor de las muestras a ensayar

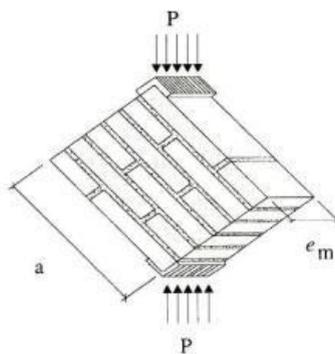


Figura N° 5 Ensayo de Compresión Diagonal

e) Ensayo de Resistencia a la Tracción de la Unidad de Tierra Reforzada

Este método según la norma E.0.80 se utiliza para evaluar la resistencia de un material a la tracción en un cilindro de tierra reforzado como resultado de la compresión diametral cuando se aplica una carga axial [14].

La resistencia se evalúa en cilindros de adobe con dimensiones de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de altura. Las muestras deben ser secadas de manera adecuada y cumplir un período de 28 días de curado. Se registran las dimensiones del diámetro y la altura de cada muestra. El resultado final se obtiene calculando el promedio de las cuatro muestras con los mayores valores de resistencia, de un total de seis muestras ensayadas. Estas muestras seleccionadas deben tener una resistencia igual o superior a 0,08 MPa, equivalente a 0,81 kg/cm² [14].

Ecuación 17: Resistencia a Tracción

$$F = \frac{2P}{\pi DL}$$

En donde:

F: es el valor de la resistencia última

P: es la carga máxima aplicada

D: Diámetro de la probeta

L: Altura libre de la probeta

f) Ensayo de inundación simulada

Para llevar a cabo este ensayo, es necesario construir pozas de ensayo. Estas pozas consisten en canales de mampostería no reforzada con paredes interiores revocadas. La estructura se divide en cuatro partes unidimensionales para crear canales independientes y poder analizar cada técnica por separado. El interior de la poza cuenta con una sección transversal rectangular [21].

Aunque actualmente no existe una normativa específica para esta prueba, se ha tomado como referencia las investigaciones y estudios realizados por la Pontificia Universidad Católica del Perú. La norma NTP 399.613, que establece

los métodos de ensayo de absorción para unidades de albañilería, se considera relevante en este contexto [21].

En primer lugar, se creará un canal con un tamaño de sección rectangular de 0,90 x 0,60 para cada muro a ensayar. En segundo lugar, se realizará una prueba de fugas para evaluar posibles fugas y garantizar que las paredes sean impermeables. Tercero, continuaremos construyendo muros que serán probados. Una vez construido, dejar secar durante una semana. Luego se medirá la cantidad de agua absorbida por cada pared de prueba usando segmentos graduados o marcas de centímetros en el canal. La inundación de los canales ocurrirá de manera uniforme y simultánea, asegurando un flujo constante. Se definirán dos períodos desde el inicio de la inundación: el período de inundación corto (PCI) que cubre las primeras 72 horas y el período de inundación largo (PPI) que dura hasta el final de las dos semanas de exposición a la lluvia. Durante la PCI, el aumento de agua debido a la acción capilar y la absorción se medirá cada hora. Cada 24 horas se recuperará la cantidad de agua perdida por absorción de la pared. Durante la PPI, se recomienda realizar mediciones diarias de absorción y capilaridad y reponer la cantidad de agua absorbida por las paredes al final de cada semana para mantener el aumento de agua por capilaridad. De esta prueba se obtiene un tiempo de resistencia a la inmersión en agua para cada tipo de pared, junto con un gráfico que muestra la capilaridad frente al tiempo y la absorción de agua en función del tiempo [21].

Los cálculos para este ensayo se llevarán a cabo considerando los estudios e investigaciones previas realizadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

En el estudio realizado se da un enfoque de tipo investigativo, denominado así porque este tipo de análisis emplea un plan de acción y procesamiento de información para comprobar la hipótesis planteada en función a la medición numérica y análisis estadístico. Por otro lado, de acuerdo al análisis de datos se le denomina cuantitativa ya que contempla la anotación de pruebas cuantificables como la resistencia a la compresión, erosión y tracción.

Este estudio, diseñado por prueba de hipótesis, se basa en un método de prueba comparativo, que no es más que una comparación experimental que evalúa el comportamiento de las unidades de tierra reforzada convencional, así como también el comportamiento de las unidades de tierra reforzada con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano.

Hipótesis y variables

Formulación de la hipótesis

La adición de diatomeas y fibra de pseudotallo de plátano aumentara la resistencia y mejorara el comportamiento de la erosión de las unidades de tierra reforzada.

Variables – Operacionalización

Variables independientes

- Diatomeas Calcinadas.
- Fibras de pseudotallo de plátano.

Variables dependientes

- Resistencia a la erosión.
- Resistencia a la compresión.

Tabla VII Variables y operacionalización

VARIABLE		INDICADOR	RANGO DE APLICACIÓN	UNIDAD	INSTRUMENTO
INDEPENDIENTE	Adición de diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano	Dosificación de diatomeas calcinadas	0.50, 1.00 y 1.50%	%	Balanza digital
		Dosificación de fibras de pseudotallo de plátano	0.25, 0.50 y 0.75%	%	Balanza digital
DEPENDIENTE	Resistencia a compresión y erosión de las unidades de tierra reforzada	Erosión Acelerada	-	cm	Norma Española UNE 41410
		Resistencia a Compresión de las unidades	-	kg/cm ²	NTP 399.613
		Resistencia a Compresión de cubos	-	kg/cm ²	Norma E. 080
		Resistencia a Tracción	-	kg/cm ²	Norma E.080
		Compresión de pilas	-	kg/cm ²	Norma E.080
		Compresión Diagonal de muretes	-	kg/cm ²	NTP 399.605 Y 399.622
		Inundación Simulada	-	cm	Resultados de Absorción y capilaridad
		Determinación de Peso	-	kg	NTP 399.613
		Alabeo	-	mm	NTP 399.613
		Variación Dimensional	-	cm	NTP 399.613
	Succión	-	gr/min	NTP 399.604 y 399.614	
INTERVINIENTE	-	Límite líquido	-	%	NTP 339.129
	-	Límite plástico	-	%	NTP 339.129
	-	Índice de plasticidad	-	%	NTP 339.129
	-	Granulometría	-	-	NTP 339.128
	-	Contenido de humedad	-	%	NTP 339.129

Población, muestra de estudio y muestreo

Población y muestra

Este es el conjunto de todos los elementos cuyas propiedades queremos estudiar; en otras palabras, es el grupo sobre el que desea describir o sacar conclusiones [22].

La población de esta investigación estará comprendida por las unidades de tierra reforzada convencionales de 12x24x9, y las unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas en 0.50%, 1% y 1.5%, y fibras de pseudotallo de plátano en 0.25%, 0.50% y 0.75% con respecto al peso de las unidades. Los suelos como población serán los suelos de la región Lambayeque.

En la presente investigación se realizarán 9 ensayos a las unidades tradicionales de tierra reforzada y a los bloques de tierra reforzada con la adición de diatomeas y fibras de pseudotallo de plátano, teniendo una población de 352 unidades de tierra reforzada.

Muestreo

El método utilizado para el muestreo es no probabilístico porque la muestra y la población tienen el mismo valor, es decir, todas las muestras del conjunto de unidades de tierra reforzada forman parte de la muestra.

Tabla VIII Población, muestra y muestreo

Ensayo	Dosificación (Diatomeas)				Parcial
	0.00%	0.50%	1.00%	1.50%	
Resistencia a compresión (28 días)	6	6	6	6	24
Ensayo	Fibras de Pseudotallo de plátano				Parcial
	0.00%	0.25%	0.50%	0.75%	
Resistencia a compresión (28 días)	6	6	6	6	24
Ensayo	Terreno				TOTAL
Resistencia a compresión (28 días)	6				6
Resistencia a tracción indirecta	6				6
Ensayo	Diatomeas y Fibras de Pseudotallo de plátano		Mejor Dosificación	Parcial	
	0.00%				
Erosión acelerada	6		6	12	
Variación dimensional	6		6	12	
Succión	6		6	12	
Ensayo de compresión de pilas	18		18	36	
Compresión diagonal	60		60	120	
Inundación simulada	50		50	100	
Muestras totales				352	

Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Los métodos estarán acordes a los ensayos que serán realizados a los materiales y unidades de tierra reforzada, así como también el proceso de datos que servirá para la recolección de datos, procesarlos y por último concluir con resultados. Como técnica para esta investigación tenemos la observación directa, esta técnica se basa en un registro ordenado, valido y confiable del comportamiento o eventualidades que se dan en la investigación.

Tabla IX Técnicas de recolección de Datos

Técnicas de Recolección de Datos	
Observación Directa	Técnica que consiste en observar el comportamiento de las unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibra de pseudotallo de plátano mediante los ensayos respectivos.

Para la recolección de información se utilizará como instrumento la ficha de observación. En esta ficha se recopilará los datos del laboratorio tanto de las unidades de tierra reforzada patrón como de las unidades adicionadas en sus diversos porcentajes y a diferentes edades. Este instrumento lo validaran por juicio de expertos.

Tabla X Instrumento de recolección de Datos

Instrumento de Recolección de Datos	
Ficha de Recolección de Datos	Instrumento que servirá para registrar la información recopilada en laboratorio y el procesamiento de información de datos.

Fuentes y programas

Fuentes	Programas
<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). 2016. • Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. • Normas Técnicas Peruana (NTP). • Norma Española UNE 41410 (2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Office: Word, Excel y Power Point. • Miro (Flujogramas).

Instrumentos

Guía de recolección de datos

En esta investigación, se emplean guías como herramientas para observar las variables y reconocer las características y comportamientos relevantes. A continuación, se presentan los instrumentos de recolección utilizados:

a) Ensayos in situ para la Selección del Suelo

Prueba de Cinta de Barro

Prueba de Resistencia Seca

b) Ensayos en Laboratorio

Contenido de Humedad

Límites de Atterberg

Granulometría

c) Pruebas para determinar las propiedades físicas del Adobe

Variación Dimensional

Succión

Alabeo

Determinación de peso

d) Ensayos para determinar las propiedades mecánicas del Adobe

Ensayo de Resistencia a la Compresión

Ensayo de Erosión Acelerada

Ensayo de Resistencia a Tracción

e) Ensayos para determinar las propiedades del Muro

Ensayo de Inundación Simulación

Ensayo de compresión diagonal

f) Ensayos para definir las propiedades del Mortero

Prueba de Resistencia a compresión en Albañilería

Procedimientos

Obtención de muestra y lugar de fabricación de unidades de tierra reforzada

El lugar elegido de fabricación de las unidades será el distrito de la victoria, así como también la toma de muestra para el respectivo estudio.



Figura N° 6 Lugar de fabricación de las unidades.

Obtención de Fibras de Pseudotallo de Plátano

Para la obtención de las fibras de pseudotallo de plátano lo primero que se realizó es el corte de las plantas de plátano. El pseudotallo es cortado cada 40 o 50 cm para después lavarlas y acto seguido se deja secar por 3 a 5 días. Una vez seco el pseudotallo se procederá a desfibrar manualmente, después estas serán almacenadas en un lugar bajo sombra y fresco hasta su utilización.



Figura N° 7 Plantas de plátano seleccionadas.



Figura N° 8 Pseudotallo lavado y cortado cada 50 cm aprox.



Figura N° 9 Secado del pseudotallo.



Figura N° 10 Desfibrado manual del pseudotallo.

Obtención de Diatomeas Calcinadas

Las diatomeas calcinadas fueron proporcionadas por el laboratorio USAT.



Figura N° 11 Diatomeas Calcinadas.

Pruebas de selección y control del suelo

Pruebas In Situ

a) Prueba de Cinta de Barro

Primero se tomará una porción de suelo y será humedecido hasta darle forma de una barra o cilindro con un diámetro de 12 milímetros.

Si la longitud de la cinta alcanza entre 20 y 25 cm, se considerará que el suelo es arcilloso. Sin embargo, si la longitud es inferior a 10 cm, el suelo se clasificará como un suelo con un bajo contenido de arcilla. Estos criterios de clasificación se basan en la norma E 0.80: Adobe.



Figura N° 12 Prueba de Cinta de Barro.



Figura N° 13 Se verifican medidas.



Figura N° 14 Se verifican medidas.

b) Prueba de Presencia de arcilla o Resistencia Seca

Se tomará una porción de muestra y será humedecida con una cantidad mínima, la cual será la óptima para formar 4 bolitas.

Acto seguido se dejarán secar las bolitas por 48 horas en un lugar seco y bajo sombra para prevenir de agentes externos.

Para ponerlas a prueba cada bolita será presionada con el dedo pulgar y con el dedo índice. Si la bolita se rompe ante la presión, este suelo no tiene arcilla, por lo tanto, no es apto. Por otro lado, si la bolita no se rompe ante la presión ejercida, este suelo tiene arcilla, por lo tanto, si sirve.



Figura N° 15 Prueba de Resistencia Seca.



Figura N° 16 Prueba de Resistencia Seca.



Pruebas de laboratorio

a) Contenido de humedad

Primero se pesará un recipiente, obteniendo así el peso de recipiente. Después se pesará la muestra es estado natural, este valor nos indica el peso de la muestra húmeda más la tara. Este ensayo deberá realizarse ni bien se obtenga la muestra. La muestra será colocada en el horno a 110 °C por 1 día.

Al cabo de las 24 horas se extraerá la muestra del horno con unos guantes, se dejará enfriar para después pesar y así obtener el valor de la muestra en estado seco. Una vez obtenido los datos, se procederá a realizar los cálculos respectivos para conocer el contenido de humedad de la porción en del suelo en estudio.



Figura N° 17 Peso de la Tara.



Figura N° 18 Peso de la Muestra Húmeda.



Figura N° 19 Horno utilizado para hallar el contenido de humedad.



Figura N° 20 Peso de la Muestra Seca.

b) Análisis granulométrico

Primero se procederá a pesar el recipiente o tara donde se colocarán los 500 gramos aproximadamente de muestra. Esta muestra es tomada de la muestra total del ensayo de contenido de humedad.

Acto seguido se procederá al lavado de la porción de suelo utilizando el tamiz N°20. Una vez lavada la muestra será colocada en un recipiente, para llevarla al horno durante un día a 110 °C. Se retirará del horno la porción de suelo pasada las 24 horas, para obtener el peso del suelo seco se dejará enfriar unos minutos.

Después de obtener la muestra seca se procederá a ordenar los tamices (N°10, N°20, N°40, N°50, N°100, N°200, FONDO), una vez ordenado los tamices se procederá a realizar el tamizado y con ello se obtendrá la muestra retenida en cada tamiz que después será pesada. Luego se procesarán los datos y se obtendrá la curva granulométrica.

<p style="text-align: center;">TAMICES</p>  <p><i>Figura N° 21 Orden de tamices.</i></p>	<p style="text-align: center;">N° 10</p>  <p><i>Figura N° 22 Muestra retenida por tamiz.</i></p>	<p style="text-align: center;">N° 20</p>  <p><i>Figura N° 23 Muestra retenida por tamiz.</i></p>	<p style="text-align: center;">N° 40</p>  <p><i>Figura N° 24 Muestra retenida por tamiz.</i></p>
<p style="text-align: center;">N° 50</p>  <p><i>Figura N° 25 Muestra retenida por tamiz.</i></p>	<p style="text-align: center;">N° 100</p>  <p><i>Figura N° 26 Muestra retenida por tamiz.</i></p>	<p style="text-align: center;">N° 200</p>  <p><i>Figura N° 27 Muestra retenida por tamiz.</i></p>	<p style="text-align: center;">FONDO</p>  <p><i>Figura N° 28 Muestra retenida por tamiz.</i></p>

c) Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

En primer lugar, la muestra del suelo será aplanada para después ser tamizada en la malla N°40, lo que pase de esta será la muestra a utilizar. Una vez lista la muestra se procederá a mezclar con agua destilada y a la vez amasada de forma constante.

Se habilitará el aparato de Casagrande, una vez listo con la ayuda de una espátula se colocará la muestra a prueba en el equipo de Casagrande. Acto seguido se realizarán de 15 a 35 golpes, se tomará una tajada de la muestra y se procederá a colocarla en un recipiente para determinar el límite líquido. Con otra porción de la muestra dentro de un recipiente se determinará su humedad. Estos pasos serán repetidos dos veces más para tener pruebas adicionales, para determinar el límite líquido dichas muestras serán llevadas al horno por 24 horas.

De la muestra inicial realizada se extraerá una porción de 20 a 30 gramos aproximadamente y esta será dividida en diferentes porciones para amasarlas y formar cilindros de 3 mm de diámetro aproximadamente. Después estas muestras serán colocadas en un recipiente para determinar el peso húmedo de la muestra más el recipiente, acto seguido serán llevarlas al horno y así obtener el peso del recipiente más el peso seco de la porción de suelo en estudio.



Figura N° 29 Aparato Casa Grande.



Figura N° 30 Muestra para determinar el límite plástico.



Figura N° 31 Horno utilizado para determinar los límites.



Figura N° 32 Muestra para determinar el límite líquido.

Ensayos de rotura mínimos al suelo

Resistencia a compresión de cubos

Para realizar estos cubos se añadirá agua a la tierra hasta volverla manejable, después será colocará en el molde, de inmediato se retira el molde para así dejarlo secar durante 28 días. El molde utilizado para realizar estos cubos será de 10 cm de arista.



Figura N° 33 Molde utilizado para realizar los cubos.



Figura N° 34 Resistencia a compresión (cubos).



Figura N° 35 Rotura (Cubos).



Figura N° 36 Muestras húmedas (Cubos).



Figura N° 37 Resistencia a compresión (cubos).



Figura N° 38 Rotura (Cubos).

Resistencia de tierra a tracción

Para este ensayo se humedeció la tierra hasta que esta se manejable, después se depositara dentro de un molde con dimensiones de 15x30 cm. Se desmoldará y se dejará secar por 28 días para después ser ensayado.



Figura N° 39 Preparación de mezcla para el espécimen.



Figura N° 40 Vaciado de las probetas de tierra.



Figura N° 41 Especímenes antes de ser desmoldadas.



Figura N° 42 Probetas esperando curado.



Figura N° 43 Resistencia a compresión (probetas).



Figura N° 44 Rotura (Probeta).

Selección de la dosificación óptima

Fabricación de las unidades de tierra reforzada patrón

Para hacer las dosificaciones de las adiciones se tendrá en cuenta el peso de la unidad de tierra reforzada, es por ello que primero se realizaron bloques patrón de prueba para determinar la tierra, pajilla y agua necesaria para elaborar las unidades. Muy aparte de ello también se calculó un peso teórico para tener una referencia.

Tabla XI Calculo teórico referencial.

	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m3)	P.E (kg/m3)	Peso (kg)
Dimensiones del adobe	0.24	0.12	0.09	0.00259	1600.00	4.147
	0.10	0.10	0.10	0.00100	1600.00	1.600
Probeta de adobe	Diámetro	0.15	0.30	0.00530	1600.00	8.482

Tabla XII Dosificación para bloques convencionales.

Para 6 unidades de tierra reforzada		
Tierra (bal)	Pajilla (bal)	Agua (bal)
4.75	1.75	2.00
17575.00	962.50	6000.00
72%	4%	24%
Peso Total	24537.50	

Una vez hallada la dosificación de un bloque convencional se procederá a preparar las unidades patrón para los ensayos respectivos.

Fabricación de las unidades de tierra reforzada con adiciones

a) Dosificación

Las unidades de tierra reforzada con adiciones serán dosificadas con respecto al peso. Primero se elaborarán unidades con 0.5%, 1% y 1.5% de diatomeas calcinadas en proporción a su peso. Una vez realizadas se procederá a dejar secar 28 días para ensayarse a compresión y se elegirá la dosificación que mejor se comporte.

Pasado los 28 días se obtendrá la mejor dosificación de diatomeas calcinadas, se procederá a elaborar las unidades con la mejor dosificación de diatomeas calcinadas más la dosificación de fibras de pseudotallo de plátano en 0.25%, 0.50% y 0.75% en proporción a su peso. Pasado los 28 días de secado se procederá a ensayarse a compresión y la dosificación que mejor se comporte será elegida como la dosificación optima.

Una vez obtenida la dosificación optima se procederá a elaborar las unidades necesarias para realizar los ensayos tales como: resistencia a erosión acelerada, compresión de pilas, compresión diagonal, inundación simulada. Estas unidades con la dosificación optima también tendrán que esperar 28 días de secado antes de ser ensayadas.

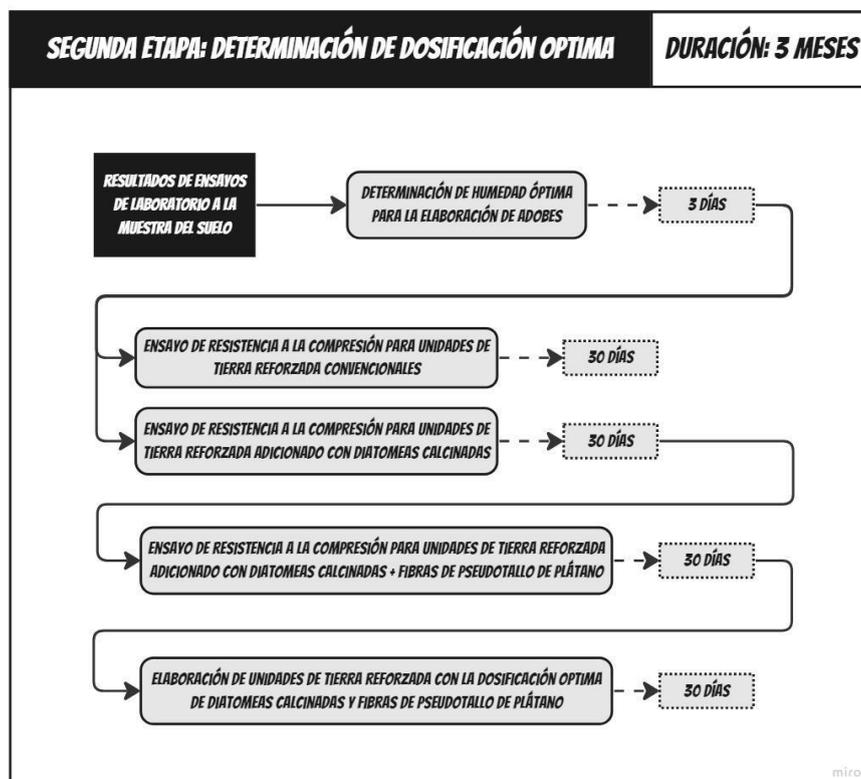


Figura N° 45 Determinación de dosificación optima.

b) Fabricación

Una vez obtenida la dosificación óptima se procedió a fabricar las unidades de tierra reforzada con las adiciones de diatomeas calcinas y fibras de pseudotallo de plátano.

Para ello se dejará reposar por 24 horas el barro que será utilizado en la mezcla, después se procedió a mezclar el barro con las dosificaciones establecidas para luego ser colocado dentro del molde humedecido. La mezcla es compactada manualmente y enrazada antes de que el molde sea retirado, acto seguido se retira el molde y las unidades se dejarán secar por 28 días. Este será el mismo procedimiento para las dos adiciones.



Figura N° 46 Molde para unidades de tierra reforzada convencional y con adiciones.



Figura N° 47 Hidratación previa para unidades convencionales.



Figura N° 48 Pesaje de tierra para la primera dosificación.



Figura N° 49 Pesaje de diatomeas.



Figura N° 50 Hidratación previa para unidades adicionadas con diatomeas.



Figura N° 51 Mezcla de barro con diatomeas en distintas dosificaciones.



Figura N° 52 Elaboración de las unidades adicionadas.



Figura N° 53 Molde enrazado.



*Figura N° 54
Unidades tras ser
desmoldadas.*



*Figura N° 55 Unidades secadas al sol
tras 7 días.*



*Figura N° 56
Pesaje de la mejor
dosificación de
diatomeas.*



*Figura N° 57
Pesaje de fibras en
distintas
dosificaciones.*



*Figura N° 58
Mezcla de tierra,
diatomeas y
fibras.*



*Figura N° 59
Elaboración de
unidades con la mejor
dosificación de
diatomeas y fibras.*



*Figura N° 60
Unidades tras
ser desmoldadas.*

Ensayo de resistencia a compresión

Se ensayarán 6 unidades de tierra reforzada con dimensiones de 12x24x9 cm. Con este ensayo se analizará el comportamiento de la unidad a compresión.

Pasado los 28 días de secado se procederá a cubrir cada una de las muestras a ensayar con una capa con un mortero de yeso y cemento, teniendo como dosificación 2:1, esta capa servirá para uniformizar la superficie.

Antes de ensayar se identificará cada muestra, la muestra será limpiada, posterior a ello se medirá el área de contacto de cada una de las muestras ya identificadas para la obtención de cálculos correspondientes.

Si bien es cierto en la norma E.080 no nos indica la resistencia ultima para los bloques de tierra reforzada, lo que si nos indica es la resistencia ultima para cubos que en este caso sería de 10.2 kgf/cm². Esta norma también detalla que las muestras totales deberán ser 6 por dosificación para al final quedarse con el promedio de las 4 mejores.

Se verá aplicada durante el ensayo una carga perpendicular a la superficie o área de contacto a los bloques de tierra, dicha carga máxima aplicada será registrada para los cálculos posteriores y así obtener el f^b de las unidades de tierra reforzada.

a) Resistencia de la unidad a compresión a los 28 días

Se ensayaron los bloques de tierra reforzada convencionales a los 28 días de su fabricación para analizar su comportamiento. Con este ensayo se determinará el f^b de las unidades convencionales.



Figura N° 61 Unidades revestidas.



Figura N° 62 Resistencia a compresión (unidades convencionales).



Figura N° 63 Resistencia a compresión (unidades convencionales).



Figura N° 64 Rotura (Unidades convencionales).

b) Resistencia a compresión de la unidad con diatomeas calcinadas a los 28 días

Se ensayaron las unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas a los 28 días de su fabricación para analizar su comportamiento. Con este ensayo se determinará el f'_b de las unidades adicionadas.



Figura N° 65 Unidades adicionadas con diatomeas revestidas.



Figura N° 66 Resistencia a compresión (unidades adicionadas con diatomeas).



Figura N° 67 Resistencia a compresión (unidades adicionadas con diatomeas).



Figura N° 68 Rotura (Unidades adicionadas con diatomeas).

c) Resistencia a compresión de la unidad con diatomeas y fibras de pseudotallo de plátano a los 28 días

Se ensayaron las unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano a los 28 días de su elaboración para evaluar su rendimiento. Con este ensayo se determinará el f'_b de las unidades adicionadas.



Figura N° 69 Resistencia a compresión (unidades adicionadas con diatomeas y fibras).



Figura N° 70 Rotura (Unidades adicionadas con diatomeas y fibras).



Figura N° 71 Resistencia a compresión (unidades adicionadas con diatomeas y fibras).



Figura N° 72 Rotura (Unidades adicionadas con diatomeas y fibras).

Ensayos a las unidades con la mejor dosificación

Variación dimensional

Para este ensayo se deberán esperar los 28 días de secado, cuando ya la unidad este completamente seca con ayuda de un vernier se procederá a tomar 4 medidas por cada lado, correspondientes al alto, largo y ancho respectivamente. Estas medidas serán tomadas a la mitad de cada cara por unidad.

Una vez terminado el ensayo se procederá a procesar los datos de las unidades convencionales, así como también las adicionadas, para así obtener el porcentaje de variación que tenga una con respecto a otra.



Figura N° 73 Vernier utilizado en la medición de las unidades.



Figura N° 74 Toma de medidas por cara.



Figura N° 75 Toma de medidas por cara.



Figura N° 76 Toma de medidas por cara.

Ensayo de succión

Pasado los 28 días se procederá a ensayar la unidad, primero se tendrá que llevar al horno a 110°C por 24 horas. Pasadas las 24 horas se dejará enfriar la unidad, mientras se habilitará una bandeja, soportes para los bloques, una balanza con precisión de 0.5 gramos y un vernier.

Después de que se haya habilitado lo necesario para el ensayo se ubicará la bandeja nivelada, acto seguido se colocan los soportes, se verterá el agua hasta la altura de los soportes, una vez realizado todo lo anterior se procederá a pesar la unidad de tierra reforzada ya fría. Posteriormente se colocará la unidad encima de los soportes y se añadirá agua hasta la altura de 3mm, dicha unidad permanecerá 1 min \pm 1 segundo.

Por último, la unidad será retirada de la bandeja y posterior a ello será pesada nuevamente. Este espécimen pesado incluye el agua succionada en el lapso de un minuto. Después los cálculos serán procesados para hallar la succión del bloque patrón y la muestra adicionada.



Figura N° 77 Nivel utilizado para nivelar el área de contacto.



Figura N° 78 Llenado del recipiente al ras del área de contacto.



Figura N° 79 Pesaje de la muestra seca.



Figura N° 80 Pesaje de la muestra húmeda.

Alabeo

Para realizar el ensayo se deberá esperar 28 días, acto seguido se tomarán 10 especímenes que serán limpiados con una brocha antes de ser ensayados.

Después con ayuda de una regla y una cuña milimetrada se comprobará la convexidad y concavidad de cada espécimen, con ello se procesan los datos para obtener los resultados de la unidad patrón y la adicionada.



Figura N° 81 Regla y cuña milimetrada utilizada en la medición.



Figura N° 82 Toma de medidas para determinar el alabeo.



Figura N° 83 Toma de medidas para determinar el alabeo.



Figura N° 84 Toma de medidas para determinar el alabeo.

Ensayo de erosión acelerada

Para esta prueba se construyó un dispositivo de erosión acelerada basado en otros estudios realizados. La normativa establece que debe haber al menos dos muestras, para esta investigación se analizan 6 muestras para unidades convencionales y adicionadas.

En principio se instalará el dispositivo a un grifo para que al ingresar el caudal al dispositivo se mantenga constante, en la base se colocará una lámina de metal con una inclinación de 27°. Dicha lamina servirá de base para la unidad de tierra reforzada.

Cuando todo esté listo, la prueba comenzará a cronometrarse. Después de 10 minutos, se quitará el adobe y se dejará secar durante 2 minutos. Finalmente, mediante una varilla de 3

mm de diámetro, se medirá la cavidad de muestras convencionales y adicionadas, lo que determinará si el bloque es adecuado.



Figura N° 85 Aparato de erosión acelerada.



Figura N° 86 Nivelado del aparato de erosión acelerada.

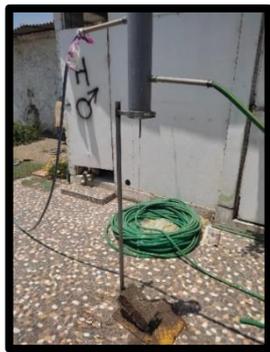


Figura N° 87 Prueba a la unidad.



Figura N° 88 Unidades ensayadas.

Ensayo de resistencia a compresión en muros o pilas

Las unidades requeridas para esta prueba se apilan de modo que la altura del espécimen sea aproximadamente igual a tres veces el tamaño más pequeño de la base. Una vez apilado se dejará secar 28 días para el ensayo.

Antes de ser ensayado se tomarán las medidas del largo y ancho de cada cara por muestra. La muestra es sometida a la carga hasta alcanzar la rotura. Por último, se procesarán los datos para obtener los resultados tanto de las unidades convencionales como las adicionadas.



Figura N° 89 Muestras para el ensayo de compresión a pilas.



Figura N° 90 Muestras para el ensayo de compresión a pilas.



Figura N° 91 Falla del muro o pila a compresión.



Figura N° 92 Falla del muro o pila a compresión.

Ensayo de la resistencia a compresión diagonal en muretes

Este ensayo consiste en realizar un muro de 0.65x0.65 cm aproximadamente con juntas de entre 2.0 cm y 2.5 cm. Al momento de realizar el espécimen se colocará una base de madera para facilitar el transporte hacia la maquina encargada de comprimir el murete.

Antes de ser ensayado se tomarán las medidas respectivas, una vez colocado el murete se procederá a determinar el esfuerzo a compresión que logra soportar, después se procesaran los datos para la obtención de resultados.



Figura N° 93 Muestras para el ensayo a Compresión Diagonal.



Figura N° 94 Muestras para el ensayo a Compresión Diagonal.



Figura N° 95 Muestra a los 28 días listas para ensayar.



Figura N° 96 Toma de medidas antes del ensayo.



Figura N° 97 Ensayo a Compresión Diagonal.



Figura N° 98 Ensayo a Compresión Diagonal.

Ensayo de inundación simulada

Para la realización de este ensayo se construirán 2 pozas de manera simultánea. Dichas pozas son estructuras sin refuerzo de albañilería que serán tarrajeadas en las caras interiores. Las dimensiones interiores de estas estructuras serán de 1.2x0.30 m con una altura de 25 cm aproximadamente.

Una vez realizada la estructura se verificará que no existan filtraciones. Ya verificada la poza se procederá a construir 2 muros de 0.70m de alto por cada material, en este caso será un muro con unidades convencionales y otro con la mejor dosificación. Estos muros se dejarán secar por el periodo de 28 días.

Pasado los 28 días se procederá a marcar la altura que será llenada la poza, acto seguido se inundaran los canales de manera simultánea y constante.

Teniendo en cuenta los periodos cortos de inundación se realizarán controles cada 15, 30 y 60 minutos durante 72 horas, para así determinar valor numérico de agua absorbida en litros y el ascenso por capilaridad del agua en centímetros. Se repondrá el volumen absorbido cada 24 horas. Los datos de volumen y capilaridad absorbido del agua serán procesados y mostrados en los resultados. En el caso de que el muro caiga antes, se procesaran los datos obtenidos hasta el instante donde se cae el muro.



Figura N° 99 Construcción de poza para el ensayo de Inundación Simulada.



Figura N° 100 Construcción de poza para el ensayo de Inundación Simulada.



Figura N° 101 Prueba de estanqueidad.



Figura N° 102 Asentado de muros dentro de las pozas.



Figura N° 103 Muro totalmente nivelado.



Figura N° 104 Muro inundado.



Figura N° 105 Toma de medidas.



Figura N° 106 Toma de la capilaridad con regla milimetrada.



Figura N° 107 Colapso del muro.

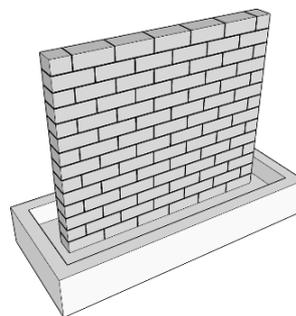


Figura N° 108 Grafico en 3D del ensayo.

RESULTADOS

Caracterización de las adiciones

La caracterización de las diatomeas calcinadas fue extraída de su ficha técnica proporcionada por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Tabla XIII Caracterización de diatomeas calcinadas.

CARACTERIZACION DE CELITE 505™	
Propiedades	Definición
Color	Rosa (calcinada).
Apariencia	Polvo
Origen	Diatomita de agua dulce de plancton
Descripción	Producto natural
	Ayuda de filtración calcinada
Permeabilidad, Darcys	0.09
Densidad húmeda	307 g/L - 19.2 lb/ft ³
Residuos de malla 325	1.10%
Tamaño medio de los poros	2.7 Micras
pH	5.2
Gravedad Especifica	2.1
Humedad enviada	0.50%

Por otro lado, la caracterización de las fibras de pseudotallo de plátano fueron extraídas tras una ardua investigación.

Tabla XIV Caracterización de fibras de pseudotallo de plátano.

CARACTERIZACION DE FIBRAS DE PSEUDOTALLO	
Característica	Definición
Longitud	3m (max)
Diámetro	0.18 - 0.20 mm
Propiedades mecánicas	Resistente en torsión y tracción
Resistencia al agua	No afecta agua salada
Acción al intemperie	Cambio de coloracion (al sol)

Análisis químico de las adiciones

El análisis químico de las diatomeas calcinadas fue extraído gracias a la ficha técnica proporcionada por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Tabla XV Análisis químico de las diatomeas calcinadas.

ANALISIS QUIMICO DE CELITE 505™		
Tipo de Análisis	Resultado (%)	Observaciones
SiO ₂ (Silicon dioxide)	91.40%	-
Al ₂ O ₃ (óxido de aluminio)	3.80%	-
Fe ₂ O ₃ (óxido de hierro)	1.90%	-
P ₂ O ₅ (Óxido de fósforo)	0.20%	-
TiO ₂ (Óxido de titanio)	0.20%	-
CaO (Óxido de calcio)	0.60%	-
MgO (Óxido de magnesio)	0.20%	-
Na ₂ O + K ₂ O	1.20%	-

En el caso del análisis químico de las fibras de pseudotallo de plátano, se conoció su composición por medio de un ensayo químico, en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Tabla XVI Análisis químico de fibras de pseudotallo de plátano.

ANALISIS QUIMICO DE FIBRAS DE PSEUDOTALLO		
Tipo de Análisis	Resultado (%)	Observaciones
Celulosa	72.80%	-
Lignina	12.50%	-
Hemicelulosa	8.83%	-
Ceras, grasas y resinas	5.87%	-

Fabricación de unidades de tierra reforzada: Selección y ensayos

Ensayos In Situ

a) Prueba de cinta de barro

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos después de realizar la prueba de cinta de barro, se concluyó que la muestra es apta ya que el rollo alcanza una longitud entre 10 a 20 cm.

Tabla XVII Prueba de cinta de

TIPO	INDICADOR	MUESTRA
PRUEBA DE CINTA DE BARRO	El rollo alcanza los 5 cm.	NO
	El rollo alcanza una longitud entre los 10 a 20 cm.	SI
	El rollo alcanza una longitud mayor de 20 cm.	NO
	RESULTADO	APTO

b) Prueba de resistencia seca

Los resultados obtenidos en la siguiente tabla de la prueba de resistencia seca, mostró que el suelo era adecuado ya que contenía suficiente arcilla.

Tabla XVIII Prueba de resistencia seca.

TIPO	INDICADOR	MUESTRA
PRUEBA DE RESISTENCIA SECA	Se rompe y/o agrieta al menos una bolita	NO
	No se rompe, ni agrieta ninguna bolita	SI
	RESULTADO	APTO

Pruebas de laboratorio

a) Contenido de humedad

En la siguiente tabla se aprecia el porcentaje alcanzado por medio del ensayo de contenido de humedad de la muestra del suelo tomada. Obteniendo así un 10.6% de contenido de humedad.

Tabla XIX Contenido de Humedad.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	Unidad	Muestra
Número de la tara	Nº	1
Peso de la muestra húmeda + tara	gr.	889.76
Peso de la muestra seca + tara	gr.	812.58
Peso del Agua	gr.	77.18
Peso de la tara	gr.	84.15
Peso de la muestra seca sin tara	gr.	728.43
Contenido de humedad	%	10.60

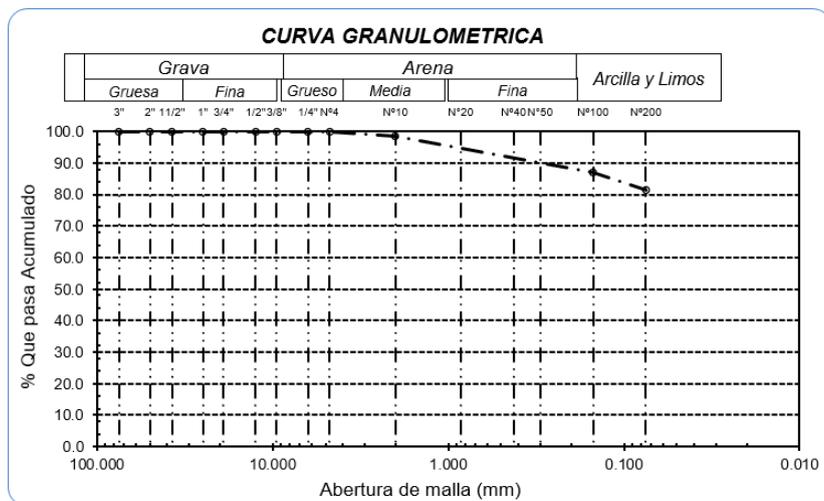
b) Granulometría

La siguiente tabla muestra los resultados de las pruebas de tamaño de partículas de las muestras de suelo. La prueba determinará la composición del tamaño de las partículas del suelo, a partir de la cual se puede entender la clasificación del suelo. Los tamices utilizados son el N°10, N°20, N°40, N°50, N°100, N°200, FONDO y de este tratar de saber el peso retenido, el porcentaje del mismo y el porcentaje que ha pasado a través de este.

Tabla XX Ensayo Granulométrico.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
PESO TOTAL	500.00	gr.
PESO LAVADO	98.00	gr.
PERDIDA POR LAVADO	402.00	gr.

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pul)	(mm)				
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2.360	8.60	1.60	1.60	98.40
N°20	1.180	7.40	1.40	3.00	97.00
N40	0.600	11.20	2.10	5.10	94.90
N°50	0.300	10.30	2.00	7.10	92.90
N°100	0.150	31.40	6.00	13.10	86.90
N°200	0.075	29.10	5.60	18.70	81.30
< N° 200	FONDO	402.00	77.10	95.80	4.20



c) **Ensayo para determinar el límite de Atterberg e Índice de Plasticidad de suelos**

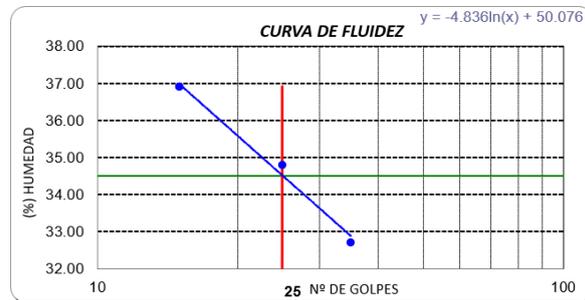
Se obtuvo como resultados que a los 25 golpes se tiene una humedad de 34.80%. También se determinó la consistencia física de la muestra, presentando un límite plástico de 21.76% y un índice de plasticidad de 12.75%. Siendo esto un factor determinante para la elección o aceptación del suelo.

Tabla XXII Cálculo del de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad.

DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	18	24	10	17	21
N° de tarro	18	24	10	17	21
N° de golpes	35	25	15	-	-
Tarro + suelo húmedo	37.06	39.74	41.09	10.7	10.8
Tarro + suelo seco	33.25	36.11	36.15	9.97	10.14
Agua	3.81	3.63	4.94	0.73	0.66
Peso del tarro	21.6	25.68	22.77	6.80	6.92
Peso del suelo seco	11.65	10.43	13.38	3.17	3.22
Porcentaje de humedad	32.70	34.80	36.92	23.03	20.50

Tabla XXI Consistencia física de la muestra.

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	34.51
Límite Plástico	21.76
Índice de Plasticidad	12.75



También se presentó la clasificación obtenida de acuerdo a los datos procesados.

Tabla XXIII Clasificación del suelo.

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	34.51%
Límite Plástico (LP)	21.76%
Índice Plástico (IP)	12.75%
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	
Arcilla de baja plasticidad con arena	
Clasificación (AASHTO)	
Descripción	
Suelo Arcilloso	

Ensayos de rotura mínimos al suelo

a) Resistencia a compresión de cubos

Tabla XXIV Resistencia a Compresión de Cubos.

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	f'm
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	10.00	10.00	100.00	1020.00	10.20
A02	10.00	10.00	100.00	1050.00	10.50
A03	10.00	10.00	100.00	1060.00	10.60
A04	10.00	10.00	100.00	1030.00	10.30
f'm Promedio					10.40

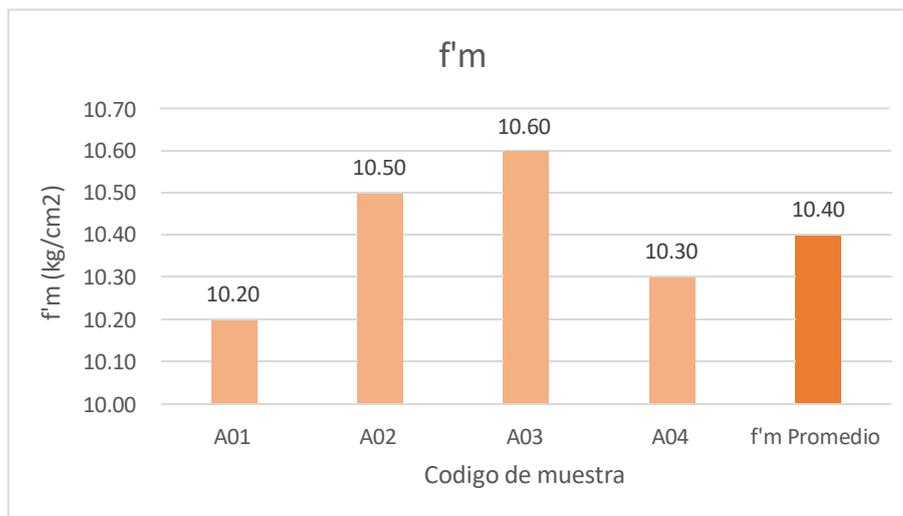


Figura N° 109 Resistencia a compresión de cubos a los 28 días.

Se pusieron a prueba 6 muestras de las cuales solo se tomarán 4 descartando la muestra con el mayor valor y la muestra con el menor valor. Teniendo en cuenta lo dicho antes y que la última resistencia según la norma E 0.80 es 10.20 kg/cm², podemos afirmar que el suelo si cumple con los esfuerzos de rotura mínimos a compresión.

b) Resistencia de tierra a tracción

Tabla XXV Resistencia a Tracción del Suelo

CÓDIGO	DIAMETRO	LARGO	PixDxL	RESISTENCIA	f'm
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	15.00	30.00	1413.72	960.00	1.36
A02	15.00	30.00	1413.72	910.00	1.29
A03	15.00	30.00	1413.72	990.00	1.40
A04	15.00	30.00	1413.72	930.00	1.32
f'm Promedio					1.34

Se ensayaron 6 muestras cilíndricas de 6"x12" de las cuales solo se tomarán 4 descartando la muestra con el mayor valor y la muestra con el menor valor. Teniendo en cuenta lo dicho antes y que la resistencia ultima según la norma E 0.80 es 0.81 kg/cm², podemos afirmar que el suelo si cumple con los esfuerzos de rotura mínimos a tracción.

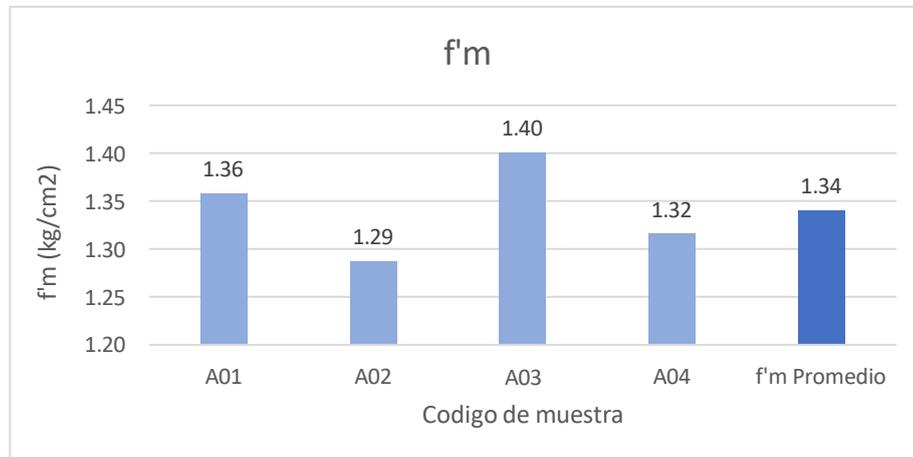


Figura N° 110 Resistencia a tracción del suelo a los 28 días.

Ensayo de resistencia a la compresión

a) Resistencia de la unidad a compresión a los 28 días

Tabla XXVI Resistencia a Compresión (Convencional)

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	f'm
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	11.60	22.70	263.32	2870.00	10.90
A02	11.10	22.80	253.08	2790.00	11.02
A03	11.00	23.30	256.30	3260.00	12.72
A04	11.70	22.00	257.40	3100.00	12.04
f'm PROMEDIO					11.67

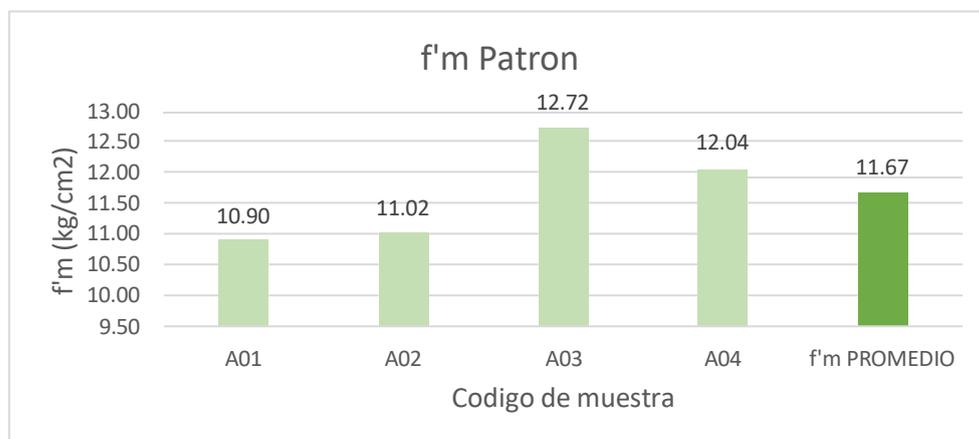


Figura N° 111 Resistencia a compresión (convencional) a los 28 días.

Se evaluaron 6 muestras de las cuales solo se tomarán 4 descartando la muestra con el mayor valor y la muestra con el menor valor. Teniendo en cuenta lo dicho antes y que la resistencia última según la norma E 0.80 es 10.20 kg/cm², podemos afirmar que las unidades convencionales con respecto a la resistencia última no cumplen.

b) Resistencia a compresión de la unidad con diatomeas calcinadas a los 28 días

- Resistencia a compresión con 0.5%

Tabla XXVII Resistencia a Compresión (Adicionado con 0.5% Diatomeas).

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	f'm
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	11.00	22.80	250.80	4120.00	16.43
A02	11.40	22.30	254.22	4160.00	16.36
A03	11.70	22.70	265.59	4190.00	15.78
A04	11.10	22.60	250.86	4210.00	16.78
f'm PROMEDIO					16.34

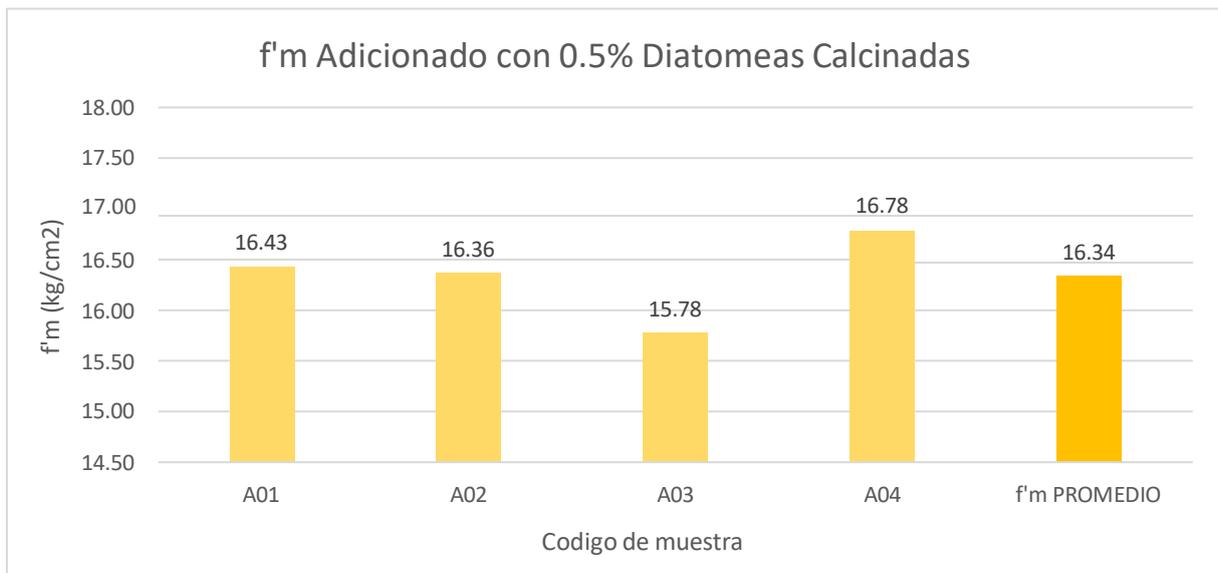


Figura N° 112 Resistencia a compresión (Adicionado con Diatomeas al 0.5%) a los 28 días.

Se ensayaron 6 muestras de las cuales solo se tomarán 4 descartando la muestra con el mayor valor y la muestra con el menor valor. Teniendo en cuenta lo dicho antes y que la última resistencia según la norma E 0.80 es 10.20 kg/cm², podemos afirmar que las unidades con adición de diatomeas calcinadas al 0.5% cumplen con la resistencia última.

- Resistencia a compresión con 1%

Tabla XXVIII Resistencia a Compresión (Adicionado con 1% Diatomeas).

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	f'm
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	11.50	23.10	265.65	3020.00	11.37
A02	11.30	22.70	256.51	3180.00	12.40
A03	11.40	23.40	266.76	3220.00	12.07
A04	11.10	22.70	251.97	3280.00	13.02
f'm PROMEDIO					12.21

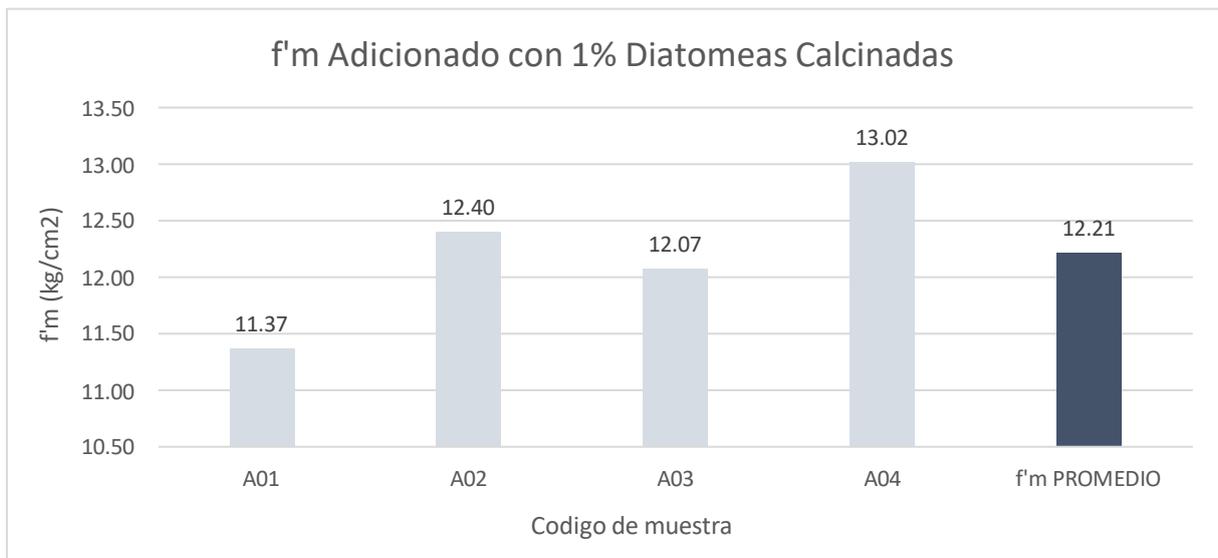


Figura N° 113 Resistencia a compresión (Adicionado con Diatomeas al 1%) a los 28 días.

Se ensayaron 6 muestras de las cuales solo se tomarán 4 descartando la muestra con el mayor valor y la muestra con el menor valor. Teniendo en cuenta lo dicho antes y que la resistencia ultima según la norma E 0.80 es 10.20 kg/cm², podemos afirmar que con respecto a la resistencia ultima las unidades con adición de diatomeas calcinadas al 1% cumplen.

- Resistencia a compresión con 1.5%

Tabla XXIX Resistencia a Compresión (Adicionado con 1.5% Diatomeas).

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	f'm
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	11.10	22.80	253.08	2840.00	11.22
A02	11.30	23.10	261.03	2640.00	10.11
A03	11.20	23.20	259.84	2830.00	10.89
A04	11.20	22.50	252.00	2900.00	11.51
f'm PROMEDIO					10.93

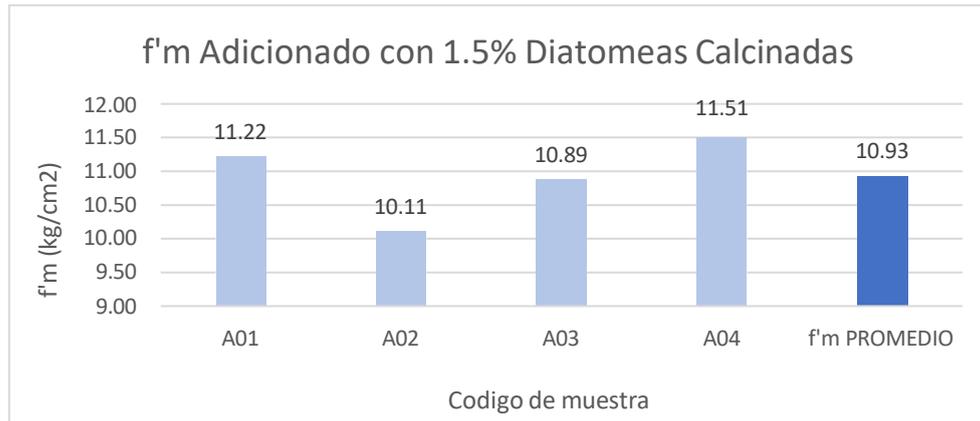


Figura N° 114 Resistencia a compresión (Adicionado con Diatomeas al 1.5%) a los 28 días.

Se ensayaron 6 muestras de las cuales solo se tomarán 4 descartando la muestra con el mayor valor y la muestra con el menor valor. Teniendo en cuenta lo dicho antes y que la resistencia ultima según la norma E 0.80 es 10.20 kg/cm², podemos afirmar que las unidades con adición de diatomeas calcinadas al 1.5% cumplen con la resistencia ultima.

c) Resistencia a compresión de la unidad con diatomeas y fibras de pseudotallo de plátano a los 28 días

- Resistencia a compresión con 0.5% de diatomeas y 0.25% de fibras

Tabla XXX Resistencia a Compresión (0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras).

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	f'm
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	11.50	22.20	255.30	5090.00	19.94
A02	11.20	22.30	249.76	5080.00	20.34
A03	11.10	22.90	254.19	5060.00	19.91
A04	11.40	22.70	258.78	5000.00	19.32
f'm PROMEDIO					19.88

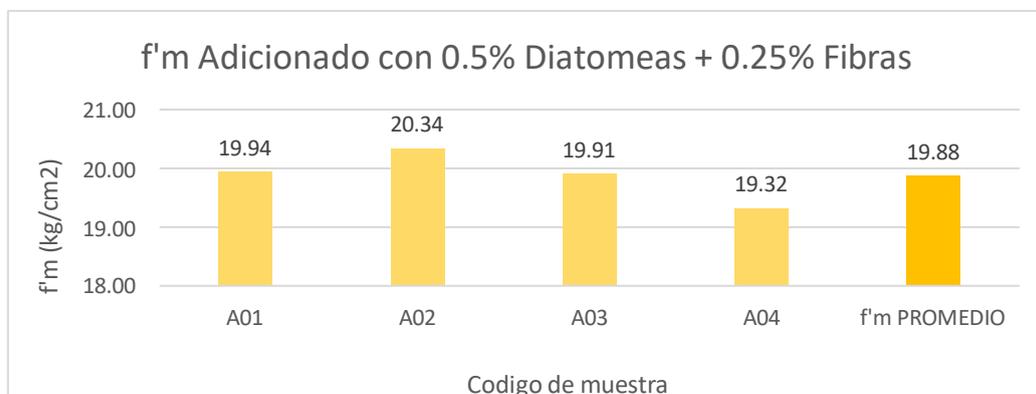


Figura N° 115 Resistencia a compresión (Adicionado con Diatomeas al 0.5% + 0.25% de Fibras de Pseudotallo de Plátano) a los 28 días.

Se ensayaron 6 muestras de las cuales solo se tomarán 4 descartando la muestra con el mayor valor y la muestra con el menor valor. Teniendo en cuenta lo dicho antes y que la última resistencia según la norma E 0.80 es 10.20 kg/cm², podemos afirmar que las unidades con adición de diatomeas calcinadas al 0.5% y 0.25% de fibras cumplen con la resistencia última.

- Resistencia a compresión con 0.5% de diatomeas y 0.5% de fibras

Tabla XXXI Resistencia a Compresión (0.5% Diatomeas + 0.5% Fibras).

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	f'm
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	11.50	22.20	255.30	4350.00	17.04
A02	11.40	22.80	259.92	4530.00	17.43
A03	11.60	22.70	263.32	4590.00	17.43
A04	11.30	22.10	249.73	4480.00	17.94
f'm PROMEDIO					17.46

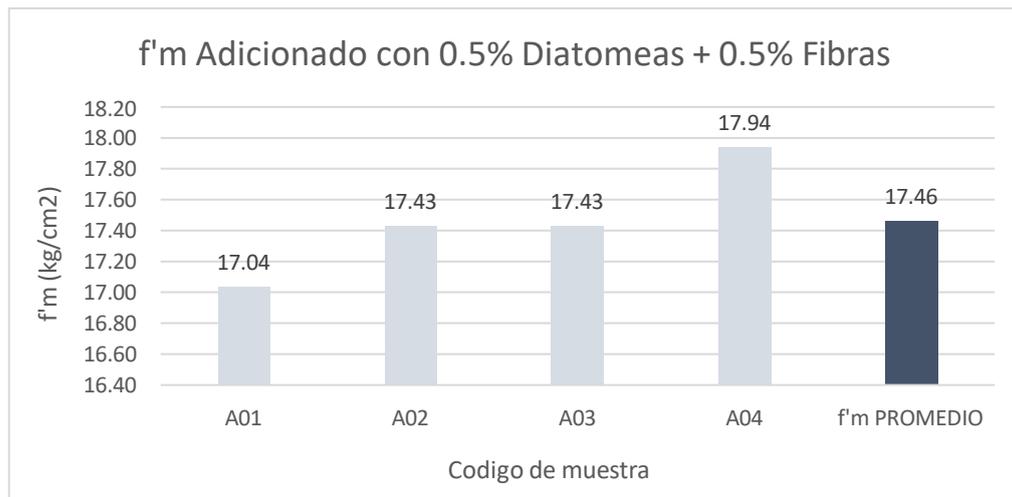


Figura N° 116 Resistencia a compresión (Adicionado con Diatomeas al 0.5% + 0.5% de Fibras de Pseudotallo de Plátano) a los 28 días.

Se ensayaron 6 muestras de las cuales solo se tomarán 4 descartando la muestra con el mayor valor y la muestra con el menor valor. Teniendo en cuenta lo dicho antes y que la última resistencia según la norma E 0.80 es 10.20 kg/cm², podemos afirmar que las unidades con adición de diatomeas calcinadas al 0.5% y 0.5% de fibras cumplen con la resistencia última.

- Resistencia a compresión con 0.5% de diatomeas y 0.75% de fibras

Tabla XXXII Resistencia a Compresión (0.5% Diatomeas + 0.75% Fibras).

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	f'm
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	11.20	22.50	252.00	3460.00	13.73
A02	11.10	22.00	244.20	3360.00	13.76
A03	11.30	22.50	254.25	3310.00	13.02
A04	11.20	22.60	253.12	3370.00	13.31
f'm PROMEDIO					13.46

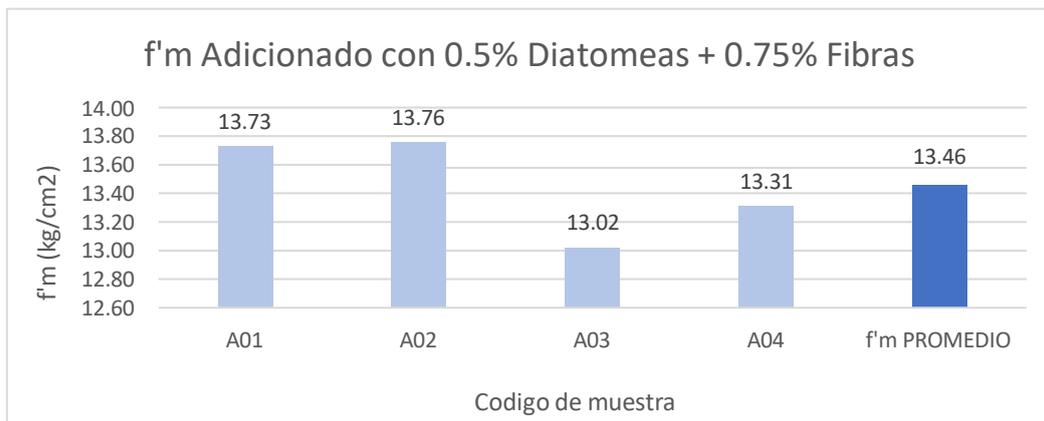


Figura N° 117 Resistencia a compresión (Adicionado con Diatomeas al 0.5% + 0.75% de Fibras de Pseudotallo de Plátano) a los 28 días.

Se ensayaron 6 muestras de las cuales solo se tomarán 4 descartando la muestra con el mayor valor y la muestra con el menor valor. Teniendo en cuenta lo dicho antes y que la última resistencia según la norma E 0.80 es 10.20 kg/cm², podemos afirmar que las unidades con adición de diatomeas calcinadas al 0.5% y 0.75% de fibras cumplen con la resistencia última.

Ensayos a las unidades con la mejor dosificación

Variación dimensional

Tabla XXXIII Variación dimensional (Convencional).

CODIGO	LP (cm)	AP (cm)	HP (cm)	VDL (%)	VDA (%)	VDH (%)
A01	226.00 mm	113.00 mm	86.75 mm	-5.83%	-5.83%	-3.61%
A02	225.25 mm	112.50 mm	86.00 mm	-6.15%	-6.25%	-4.44%
A03	229.75 mm	110.50 mm	83.25 mm	-4.27%	-7.92%	-7.50%
A04	224.50 mm	112.75 mm	84.50 mm	-6.46%	-6.04%	-6.11%
A05	229.00 mm	110.50 mm	86.75 mm	-4.58%	-7.92%	-3.61%
A06	224.00 mm	111.25 mm	84.25 mm	-6.67%	-7.29%	-6.39%
A07	227.00 mm	113.50 mm	84.50 mm	-5.42%	-5.42%	-6.11%
A08	225.75 mm	111.50 mm	84.75 mm	-5.94%	-7.08%	-5.83%
A09	227.00 mm	112.75 mm	86.00 mm	-5.42%	-6.04%	-4.44%
A10	227.75 mm	112.00 mm	88.50 mm	-5.10%	-6.67%	-1.67%
PROMEDIO				-5.58%	-6.65%	-4.97%

En la tabla anterior se muestran los resultados del ensayo de variación dimensional a las unidades convencionales, teniendo 5.58% de promedio de variación dimensional en el largo. Mientras que en el ancho se obtuvo 6.65% de promedio. En la altura se obtuvo 4.97% de variación dimensional promedio.

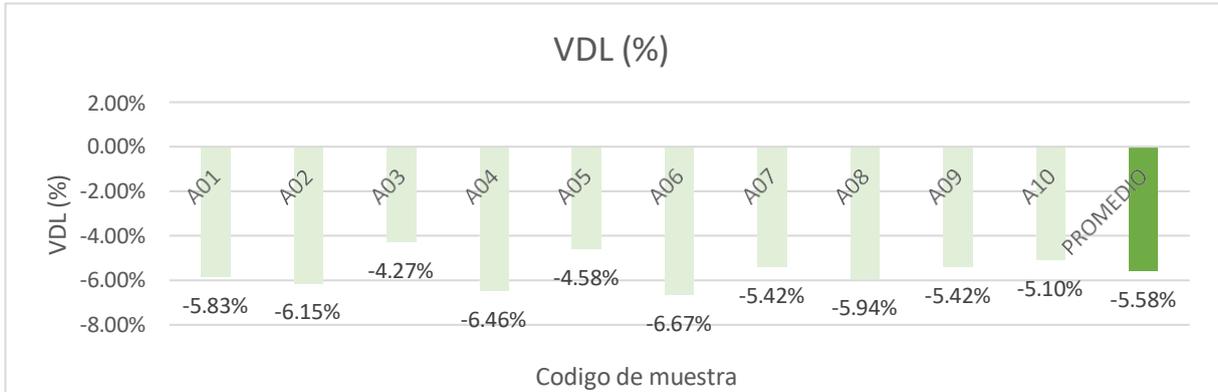


Figura N° 119 Variación Dimensional de Largo.

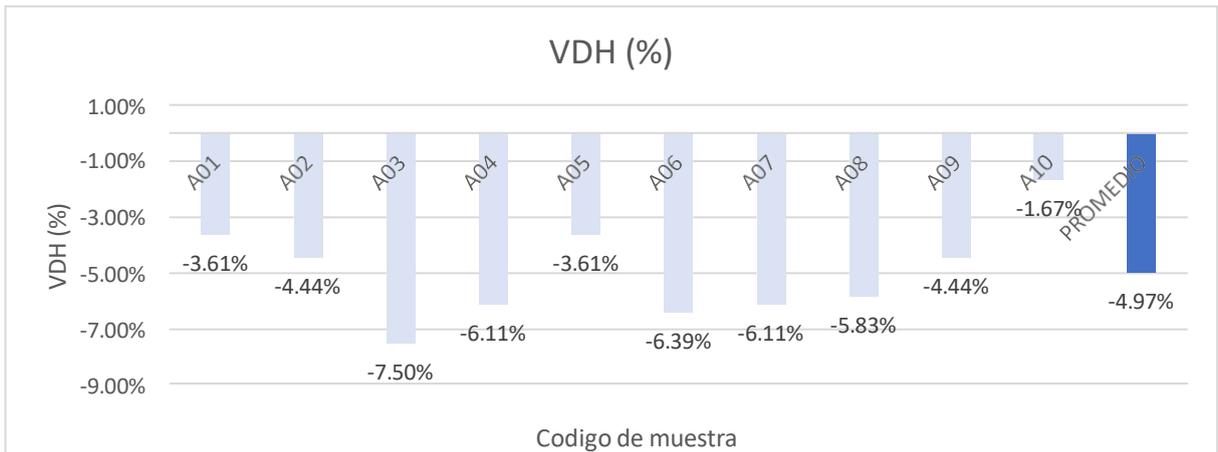


Figura N° 118 Variación Dimensional de Altura.

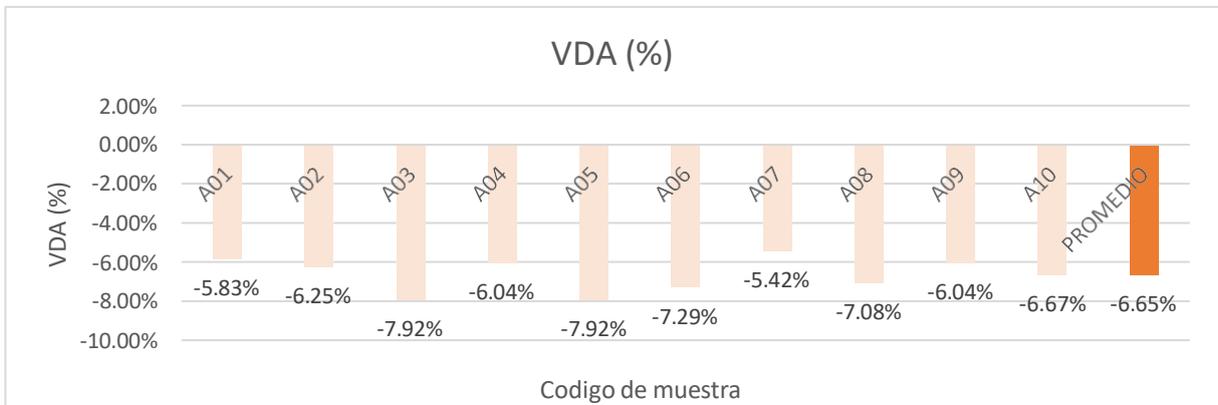


Figura N° 120 Variación Dimensional de Ancho.

Tabla XXXIV Variación dimensional (Mejor dosificación).

CODIGO	LP (cm)	AP (cm)	HP (cm)	VDL (%)	VDA (%)	VDH (%)
A01	224.75 mm	114.00 mm	88.50 mm	-6.35%	-5.00%	-1.67%
A02	225.25 mm	115.75 mm	87.75 mm	-6.15%	-3.54%	-2.50%
A03	230.00 mm	112.75 mm	87.50 mm	-4.17%	-6.04%	-2.78%
A04	227.50 mm	114.00 mm	89.25 mm	-5.21%	-5.00%	-0.83%
A05	229.00 mm	113.00 mm	89.25 mm	-4.58%	-5.83%	-0.83%
A06	227.75 mm	114.50 mm	86.75 mm	-5.10%	-4.58%	-3.61%
A07	228.50 mm	113.25 mm	86.75 mm	-4.79%	-5.63%	-3.61%
A08	226.75 mm	112.00 mm	87.50 mm	-5.52%	-6.67%	-2.78%
A09	232.25 mm	113.00 mm	89.50 mm	-3.23%	-5.83%	-0.56%
A10	228.50 mm	112.50 mm	88.50 mm	-4.79%	-6.25%	-1.67%
PROMEDIO				-4.99%	-5.44%	-2.08%

En la tabla anterior se muestran los resultados del ensayo de variación dimensional de las unidades con la mejor dosificación, teniendo 4.99% de promedio de variación dimensional en el largo. Mientras que en el ancho se obtuvo 5.44% de promedio. En la altura se obtuvo 2.08% de variación dimensional promedio.

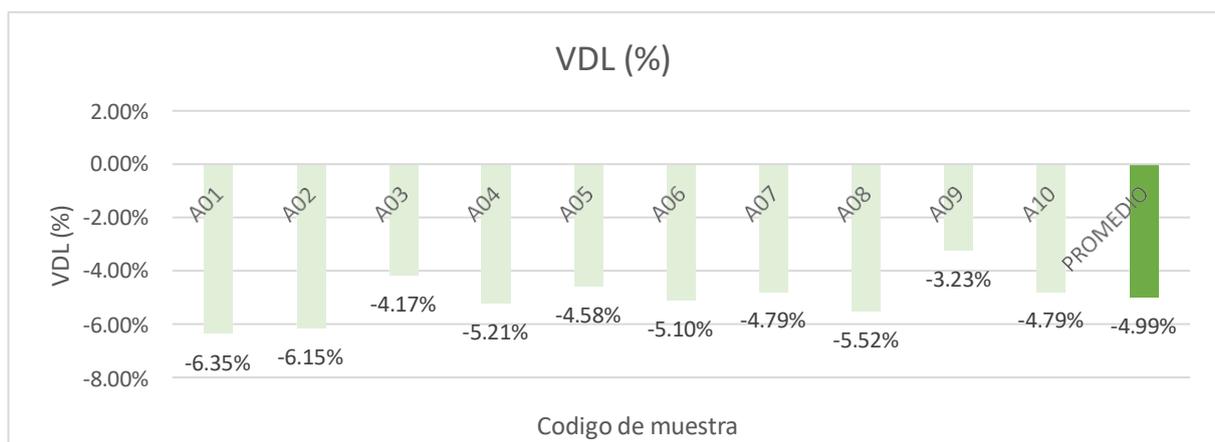


Figura N° 122 Variación Dimensional de Longitud (Mejor dosificación).

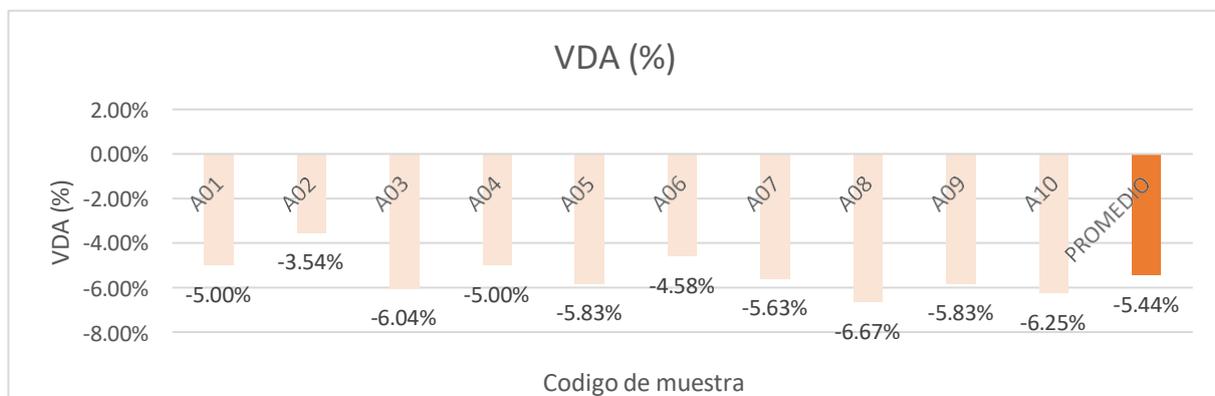


Figura N° 121 Variación Dimensional de Ancho (Mejor dosificación).

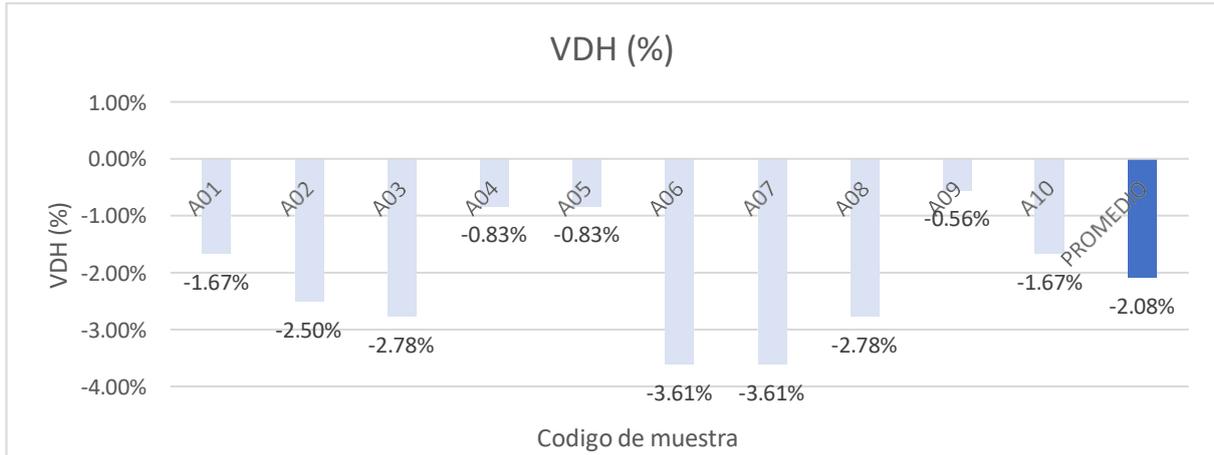


Figura N° 123 Variación Dimensional de Altura (Mejor dosificación).

Ensayo de succión

Se determinaron los resultados de succión, donde se determinó la cantidad de peso absorbido por los bloques, dicha unidad para un control se tuvo por 1 minuto aproximadamente absorbiendo agua.

Tabla XXXV Ensayo de succión (convencional).

CÓDIGO	PESO SECO	PESO HÚMEDO	ANCHO	LARGO	ÁREA	SUCCIÓN
	gr	gr	cm	cm	cm ²	%
A01	3368.85	3374.30	12.00	24.00	288.00	3.78
A02	3387.77	3393.09	12.00	24.00	288.00	3.69
A03	3454.84	3460.40	12.00	24.00	288.00	3.86
A04	3461.17	3465.54	12.00	24.00	288.00	3.03
A05	3398.00	3408.00	12.00	24.00	288.00	6.94
SUCCIÓN PROMEDIO						4.26

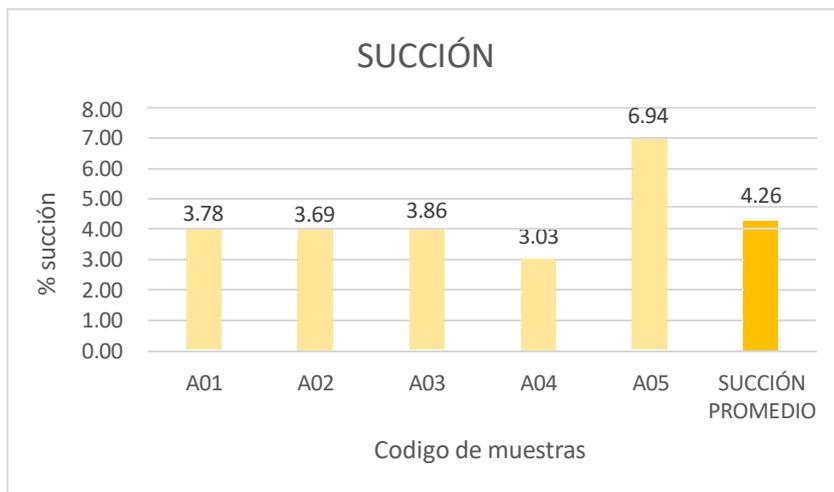


Figura N° 124 Ensayo de Succión (Convencional) a los 28 días.

Tabla XXXVI Ensayo de Succión (Mejor dosificación).

CÓDIGO	PESO SECO	PESO HÚMEDO	ANCHO	LARGO	ÁREA	SUCCIÓN
	gr	gr	cm	cm	cm ²	%
A01	3675.00	3696.00	12.00	24.00	288.00	14.58
A02	3760.00	3783.00	12.00	24.00	288.00	15.97
A03	3560.00	3585.00	12.00	24.00	288.00	17.36
A04	3572.00	3588.00	12.00	24.00	288.00	11.11
A05	3720.00	3742.00	12.00	24.00	288.00	15.28
SUCCIÓN PROMEDIO						14.86

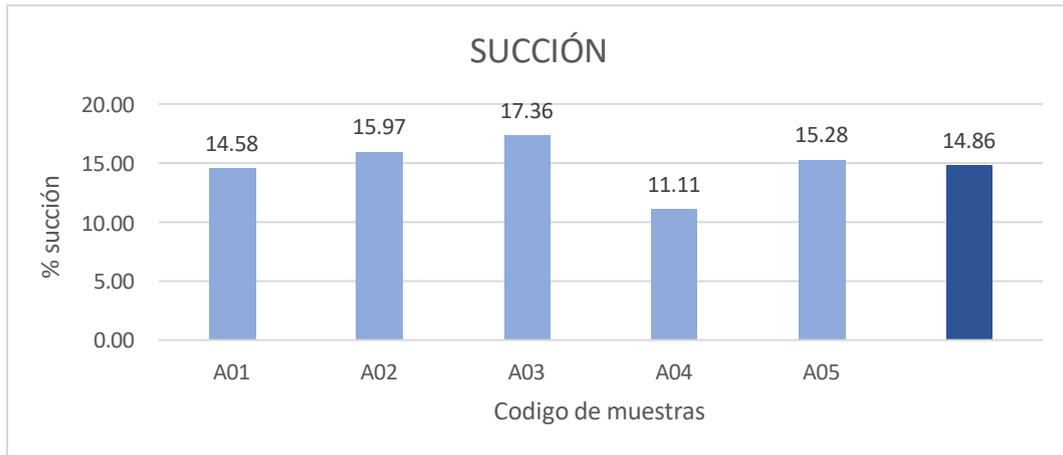


Figura N° 125 Ensayo de Succión (Mejor dosificación) a los 28 días.

Determinación de peso

Se obtuvo los resultados de 6 muestras descartando el mayor y menor valor, hallándose así el peso promedio de la unidad convencional.

Tabla XXXVII Ensayo de Determinación de Peso (Convencional).

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	PESO
	cm	cm	cm ²	gr
A01	12.00	24.00	288.00	3439.00
A02	12.00	24.00	288.00	3344.00
A03	12.00	24.00	288.00	3433.00
A04	12.00	24.00	288.00	3353.00
PROMEDIO				3392.25

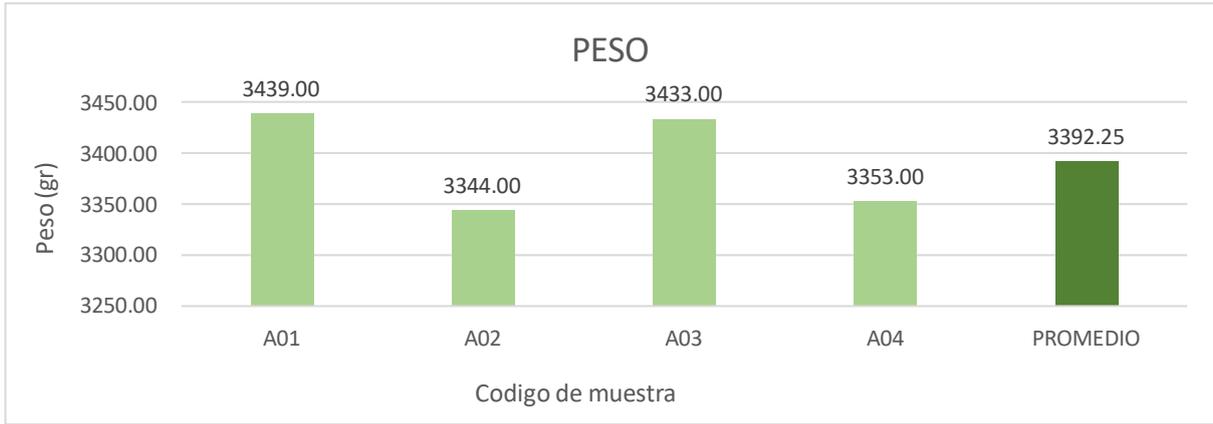


Figura N° 126 Determinación de Peso (convencional) a los 28 días.

Se obtuvo los resultados de 6 muestras descartando el mayor y menor valor, hallándose así el peso promedio de la unidad con la mejor dosificación.

Tabla XXXVIII Ensayo de Determinación de Peso (Mejor dosificación).

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	PESO
	cm	cm	cm ²	gr
A01	12.00	24.00	288.00	3560.00
A02	12.00	24.00	288.00	3572.00
A03	12.00	24.00	288.00	3554.00
A04	12.00	24.00	288.00	3566.00
PESO PROMEDIO				3563.00

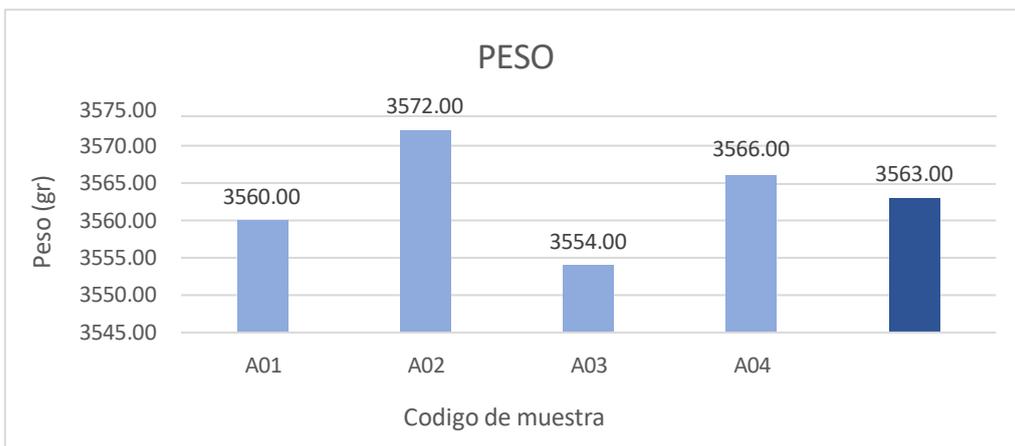


Figura N° 127 Determinación de Peso (Mejor dosificación) a los 28 días.

Alabeo

Se realizaron 10 muestras para determinar las dimensiones de los bordes y las superficies cóncavas y convexas presentes en una unidad de tierra reforzada. Los resultados obtenidos para la concavidad máxima y la convexidad máxima fueron de 15 mm y 12 mm, respectivamente.

Tabla XXXIX Ensayo de Alabeo (Convencional).

CÓDIGO	ALABEO DE LAS UNIDADES			
	BORDES (mm)		SUPERFICIES (mm)	
	BORDE CÓNCAVO	BORDE CONVEXO	SUPERFICIE CÓNCAVA	SUPERFICIE CONVEXA
A01	5.50 mm	0.00 mm	0.00 mm	5.00 mm
A02	3.80 mm	0.00 mm	0.00 mm	3.00 mm
A03	2.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	2.00 mm
A04	0.00 mm	1.60 mm	0.00 mm	5.50 mm
A05	3.00 mm	0.00 mm	2.30 mm	0.00 mm
A06	4.00 mm	0.00 mm	2.00 mm	0.00 mm
A07	4.20 mm	0.00 mm	0.00 mm	4.20 mm
A08	3.50 mm	0.00 mm	0.00 mm	6.10 mm
A09	2.20 mm	0.00 mm	2.80 mm	0.00 mm
A10	3.20 mm	0.00 mm	5.00 mm	0.00 mm
PROMEDIO	3.14 mm	0.16 mm	1.21 mm	2.58 mm
PROMEDIO	CONCAVIDAD	2.18 mm	CONVEXIDAD	1.37 mm

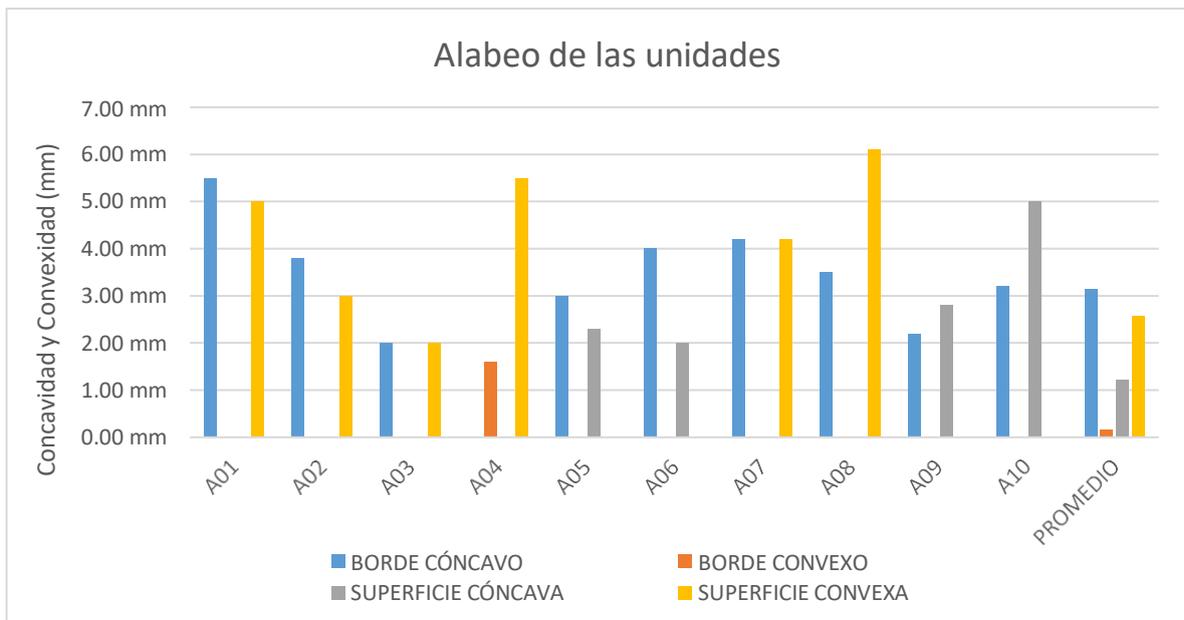


Figura N° 128 Alabeo (Convencional) a los 28 días.

Tabla XL Ensayo de Alabeo (Mejor dosificación).

CÓDIGO	ALABEO DE LAS UNIDADES			
	BORDES (mm)		SUPERFICIES (mm)	
	BORDE CÓNCAVO	BORDE CONVEXO	SUPERFICIE CÓNCAVA	SUPERFICIE CONVEXA
A01	4.50 mm	0.00 mm	0.00 mm	4.00 mm
A02	2.80 mm	0.00 mm	0.00 mm	2.50 mm
A03	1.90 mm	0.00 mm	0.00 mm	1.80 mm
A04	0.00 mm	1.40 mm	0.00 mm	5.30 mm
A05	2.70 mm	0.00 mm	2.00 mm	0.00 mm
A06	3.30 mm	0.00 mm	1.80 mm	0.00 mm
A07	3.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	4.00 mm
A08	3.20 mm	0.00 mm	0.00 mm	5.80 mm
A09	2.00 mm	0.00 mm	2.50 mm	0.00 mm
A10	3.50 mm	0.00 mm	4.00 mm	0.00 mm
PROMEDIO	2.69 mm	0.14 mm	1.03 mm	2.34 mm
PROMEDIO	CONCAVIDAD	1.86 mm	CONVEXIDAD	1.24 mm

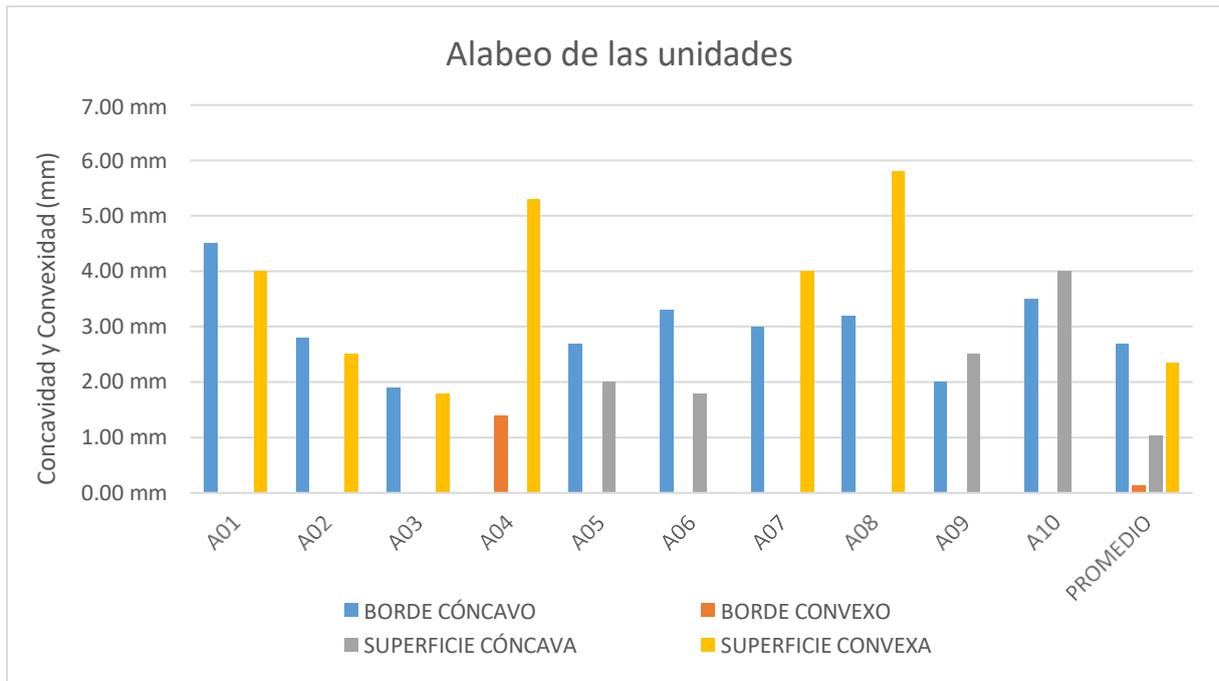


Figura N° 129 Alabeo (Mejor dosificación) a los 28 días

Ensayo de erosión acelerada

Estas muestras deben haber sido curadas durante 28 días antes del ensayo. Se establece que la máxima oquedad es de 10 mm.

Tabla XLI Ensayo de Erosión Acelerada (Convencional).

CÓDIGO	TIEMPO	OQUEDAD	MAX. OQUEDAD	CUMPLE
	min	mm	mm	
A01	10.00	5.00	10.00	SI
A02	10.00	8.00	10.00	SI
A03	10.00	7.00	10.00	SI
A04	10.00	5.00	10.00	SI
A05	10.00	6.00	10.00	SI
A06	10.00	7.00	10.00	SI
Oquedad Promedio		6.33		

Se ensayo así también las unidades mejoradas seleccionadas de forma aleatoria y tras un curado de 28 días.

Tabla XLII Ensayo de Erosión Acelerada (Mejor dosificación).

CÓDIGO	TIEMPO	OQUEDAD	MAX. OQUEDAD	CUMPLE
	min	mm	mm	
A01	10.00	3.00	10.00	SI
A02	10.00	2.00	10.00	
A03	10.00	5.00	10.00	
A04	10.00	4.00	10.00	
A05	10.00	3.00	10.00	
A06	10.00	4.00	10.00	
Oquedad Promedio		3.50		

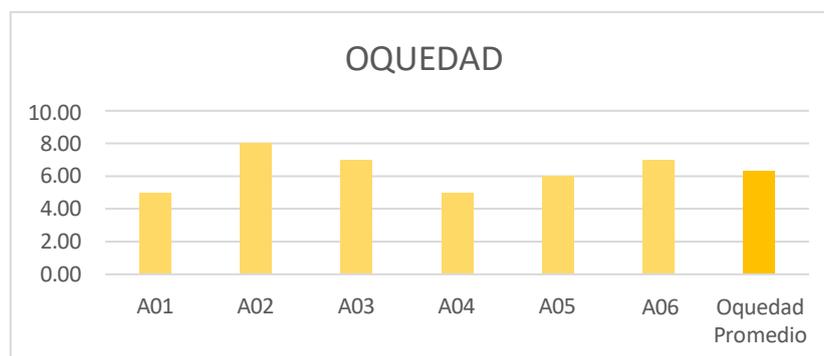


Figura N° 130 Erosión Acelerada (Convencional) a los 28 días.

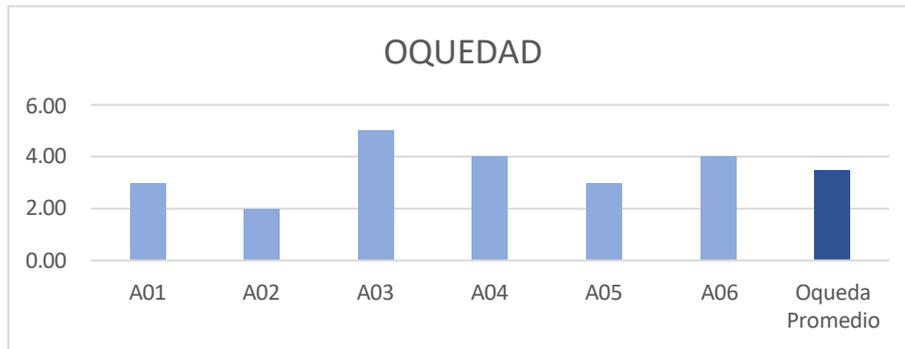


Figura N° 131 Erosión Acelerada (Mejor dosificación) a los 28 días.

Ensayo de resistencia a compresión en muros o pilas

Se realizaron pruebas en 6 unidades convencionales, y se calculó el promedio de los mejores 4 resultados obtenidos. Se produjo el esfuerzo admisible ante compresión ($f'm$) de la unidad convencional, el cual fue de 10,51 k/cm². Este valor será crucial para determinar el último esfuerzo.

Tabla XLIII Ensayo de resistencia a compresión en muros o pilas (convencional).

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	$f'm$
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	11.25	22.50	253.13	2571.00	10.87
A02	11.25	22.50	253.13	2517.00	10.64
A03	11.25	22.50	253.13	2485.00	10.51
A04	11.25	22.50	253.13	2365.00	10.00
$f'm$ PROMEDIO					10.51

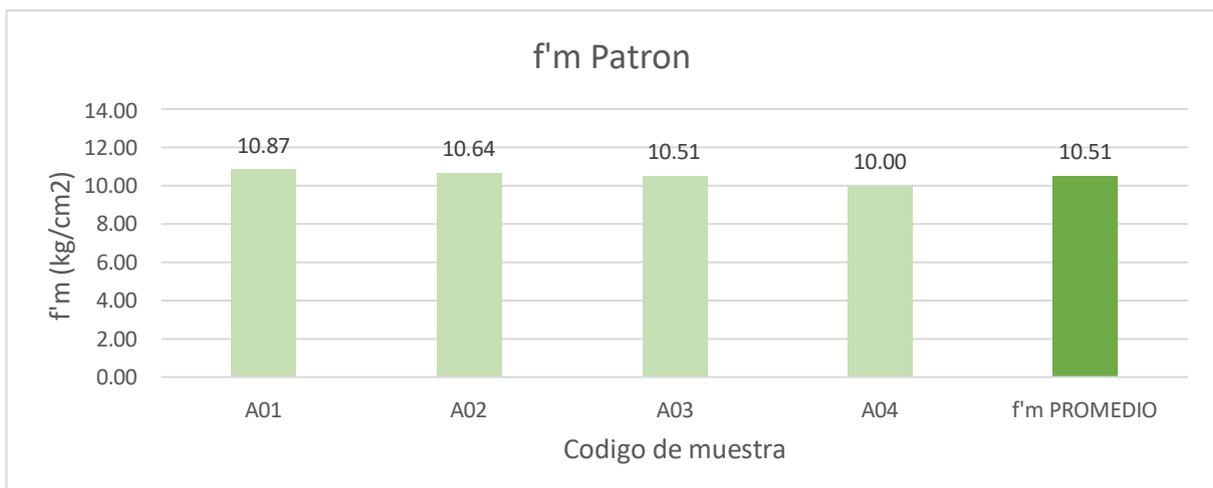


Figura N° 132 Ensayo de resistencia a compresión en muros o pilas (convencional) a los 28 días.

Se realizaron pruebas en 6 muestras adicionales, y se calculó el promedio de los mejores 4 resultados obtenidos. Se produjo el esfuerzo admisible ante compresión ($f'm$) de la unidad adicionada con la mejor dosificación, el cual fue de 13,02 k/cm². Este valor será crucial para determinar el último esfuerzo.

Tabla XLIV Ensayo de resistencia a compresión en muros o pilas (Mejor dosificación).

CÓDIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	$f'm$
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	12.00	24.00	288.00	3567.00	13.26
A02	12.00	24.00	288.00	3411.00	12.68
A03	12.00	24.00	288.00	3450.00	12.82
A04	12.00	24.00	288.00	3590.00	13.34
$f'm$ PROMEDIO					13.02

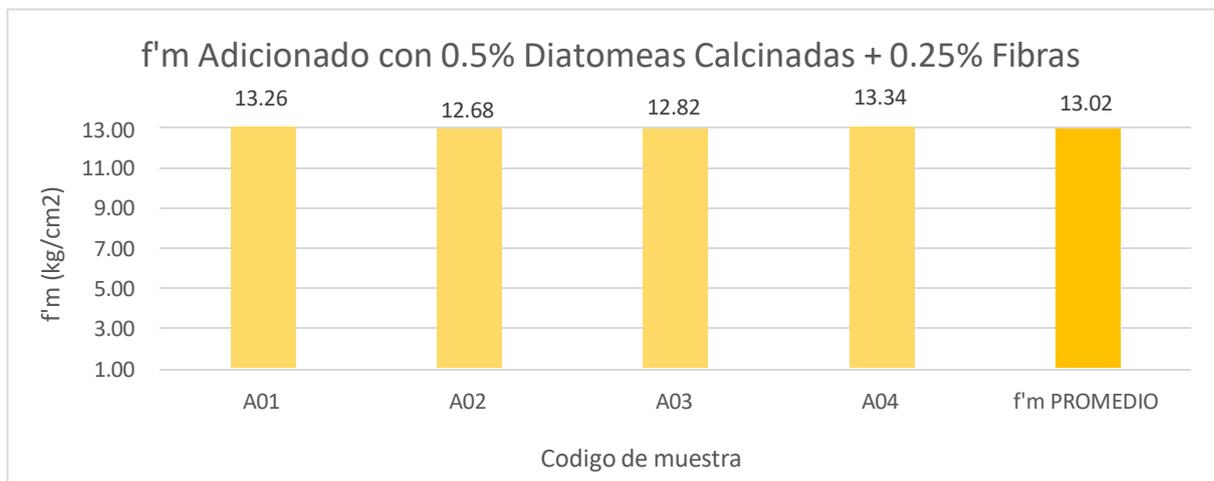


Figura N° 133 Ensayo de resistencia a compresión en muros o pilas (Mejor dosificación) a los 28 días.

Ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes

Se realizaron 6 muestras convencionales, para obtener el promedio se escogerán los mejores 4 resultados obtenidos, obteniendo un valor de 0.32 kg/cm².

Tabla XLV Ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes (convencional).

CÓDIGO	ESPESOR	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	$f't$
	cm	cm	cm ²	kg	kg/cm ²
A01	11.50	70.00	805.00	534.00	0.33
A02	11.50	70.00	805.00	487.00	0.30
A03	11.50	70.00	805.00	495.00	0.31
A04	11.50	70.00	805.00	540.00	0.34
$f'm$ PROMEDIO					0.32

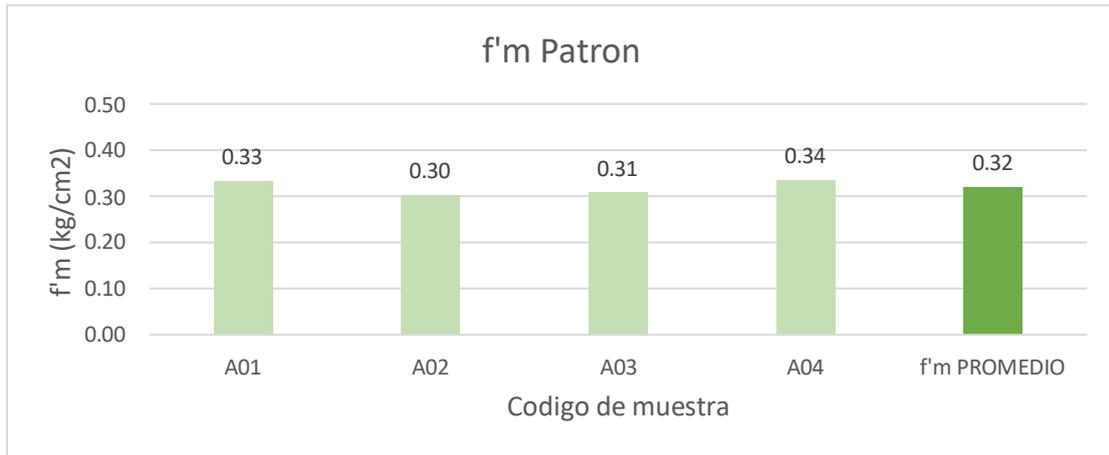


Figura N° 134 Ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes (convencional) a los 28 días.

Se realizaron 6 muestras adicionales, para obtener el valor promedio se escogerán los mejores 4 resultados obtenidos, 0.38 kg/cm2 se obtuvo como valor promedio.

Tabla XLVI Ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes (Mejor dosificación).

CÓDIGO	ESPESOR	LARGO	ÁREA	RESISTENCIA	f't
	cm	cm	cm2	kg	kg/cm2
A01	12.00	75.00	900.00	665.00	0.37
A02	12.00	75.00	900.00	657.00	0.37
A03	12.00	75.00	900.00	655.00	0.36
A04	12.00	75.00	900.00	680.00	0.38
f'm PROMEDIO					0.37

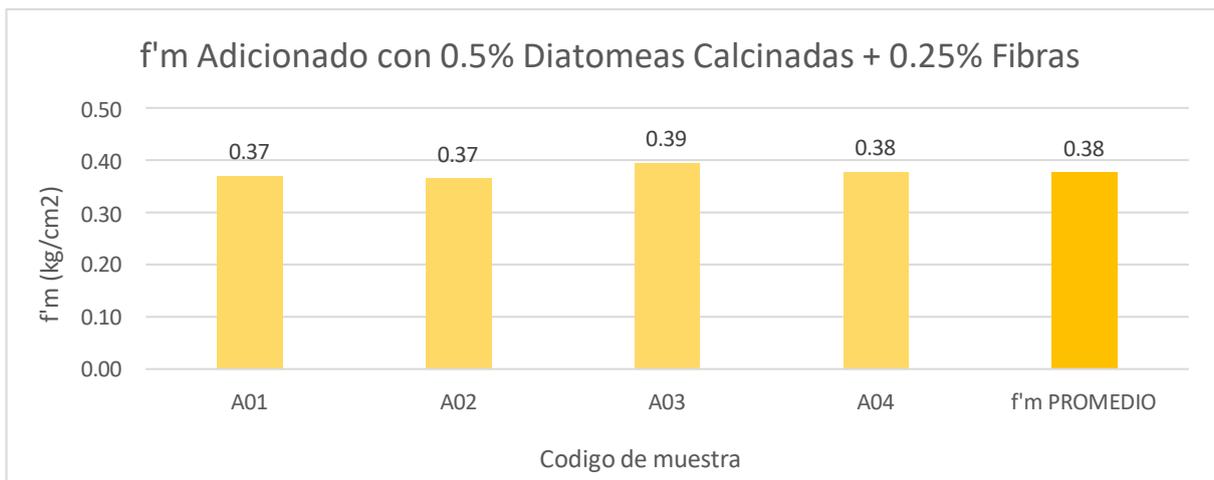


Figura N° 135 Ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes (Mejor dosificación) a los 28 días.

El muro construido con unidades adicionadas es superior a la resistencia a tracción indirecta del muro que utiliza unidades convencionales.

Ensayo de inundación simulada

Se idealizo un ensayo en el que se construyó un muro utilizando unidades convencionales y otro utilizando unidades adicionadas con un 0,50% de diatomeas calcinadas y un 0,25% de fibras de pseudotallo de plátano.

Se recolectaron datos sobre la absorción y la capilaridad en un período, específicamente durante un breve período de inundación. Se llevó a cabo un control secuencial en ambos muros mientras estaban en directo contacto con el agua antes de colapsar.

PERIODO CORTO DE INUNDACIÓN (PCI)

a) CAPILARIDAD

Resultados del Muro Patrón

Los datos necesarios para calcular la capilaridad serán los siguientes:

Tabla XLVII Poza I: Características.

DIMENSION POZA I	
Ancho (m)	0.30 m
Largo (m)	0.90 m
Altura (m)	0.25 m
H. Agua (m)	0.17 m

Las pozas en cuestión se dimensionaron según el muro que estará en contacto con el agua. las características de dicho muro fueron tomadas de estudios realizados en la PUCP y de la norma E. 080: Tierra Reforzada.

Tabla XLVIII Muro Poza I: Características.

Dimensiones Muro en contacto	
Ancho prom (m)	0.12 m
Largo prom (m)	0.75 m
Altura prom (m)	0.75 m
Area de contacto	0.09 m²

Este muro se edificará utilizando unidades convencionales o sin adiciones, por lo que se le denomina Muro Patrón. Su propósito es servir como punto de comparación entre la solución propuesta.

Tabla XLIX Poza I: Volumen del Agua.

Volumen de agua (Poza)	
Area	0.27 m²
H. Agua	0.17 m
m ³	0.046
Litros	45.90

Para las medidas de absorción y capilaridad, es muy importante determinar la cantidad de agua en la poza y así controlar el comportamiento del muro bajo prueba. Dado que la pared asentada se derrumbó aproximadamente dos horas después de que comenzara la prueba, los datos se procesaron hasta ese momento.

Tabla L Capilaridad: Lecturas del Muro Patrón.

Dia	Fecha	Hora	Tiempo o Transición	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH Acum. (cm)
1	26/05/2023	09:00	00:00:00	17.00 cm	0.00 cm	0.00 cm
1	26/05/2023	09:10	00:10:00	19.50 cm	2.50 cm	2.50 cm
1	26/05/2023	09:20	00:20:00	20.00 cm	0.50 cm	3.00 cm
1	26/05/2023	09:30	00:30:00	20.50 cm	0.50 cm	3.50 cm
1	26/05/2023	09:40	00:40:00	20.50 cm	0.00 cm	3.50 cm
1	26/05/2023	09:50	00:50:00	21.00 cm	0.50 cm	4.00 cm
1	26/05/2023	10:00	01:00:00	21.50 cm	0.50 cm	4.50 cm
1	26/05/2023	10:10	01:10:00	22.00 cm	0.50 cm	5.00 cm
1	26/05/2023	10:20	01:20:00	22.00 cm	0.00 cm	5.00 cm
1	26/05/2023	10:30	01:30:00	23.00 cm	1.00 cm	6.00 cm
1	26/05/2023	10:40	01:40:00	23.50 cm	0.50 cm	6.50 cm
1	26/05/2023	10:50	01:50:00	23.50 cm	0.00 cm	6.50 cm
1	26/05/2023	11:00	02:00:00	24.00 cm	0.50 cm	7.00 cm

La capilaridad final del muro fue de 7 cm.



Figura N° 136 Tiempo vs Capilaridad en dos horas del Muro Patrón.

Resultados del muro con adición de 0.50% de diatomeas calcinas y 0.25% de fibras de pseudotallo de plátano

Se realizaron análisis similares de los datos del muro con la adición de 0.50% de diatomeas calcinadas y un 0.25% de fibras de pseudotallo de plátano después de transcurridas 2 horas y 50 minutos, con el objetivo de hacer una comparativa de ambos muros en ese lapso de tiempo. Es importante destacar que el muro con adiciones superó al muro convencional en términos de rendimiento.

Para calcular la capilaridad los datos necesarios serán los siguientes:

Tabla LII Poza II: Características.

DIMENSION POZA II	
Ancho (m)	0.30 m
Largo (m)	0.90 m
Altura (m)	0.25 m
H. Agua (m)	0.17 m

Tabla LI Muro Poza II: Características.

Dimensiones Muro en contacto	
Ancho prom (m)	0.12 m
Largo prom (m)	0.75 m
Altura prom (m)	0.75 m
Area de contacto	0.09 m ²

Se construyó este muro utilizando unidades que fueron adicionadas con un 0,50% de diatomeas calcinadas y un 0,25% de fibras de pseudotallo de plátano. A nivel físico, el muro presenta características similares en cuanto a sus dimensiones en comparación con el Muro Patrón, siendo la composición química la única diferencia de este último.

Tabla LIII Poza II: Volumen del Agua.

Volumen de agua (Poza)	
Area	0.27 m²
H. Agua	0.17 m
m ³	0.046
Litros	45.90

De manera similar al Muro Patrón, es necesario obtener información sobre el volumen de agua presente en la segunda poza, con el fin de determinar los datos relacionados con la capilaridad y la absorción.

El Muro con adiciones convencionales como se mencionó previamente colapsó dos horas después del inicio del ensayo, mientras que el muro con unidades adicionadas sufrió el colapso a las 2 horas y 50 minutos. Por lo tanto, la tabla siguiente muestra los resultados de capilaridad del Muro con adición después de transcurridas 2 horas y 50 minutos. Se toma en cuenta la diferencia de 50 minutos en comparación con el Muro Patrón, ya que no hay cambios significativos en ese intervalo de tiempo.

Tabla LIV Capilaridad: Lecturas del Muro con Adiciones.

Dia	Fecha	Hora	Tiempo o Transición	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH Acum. (cm)
1	26/05/2023	09:00	00:00:00	17.00 cm	0.00 cm	0.00 cm
1	26/05/2023	09:10	00:10:00	18.00 cm	1.00 cm	1.00 cm
1	26/05/2023	09:20	00:20:00	19.00 cm	1.00 cm	2.00 cm
1	26/05/2023	09:30	00:30:00	19.50 cm	0.50 cm	2.50 cm
1	26/05/2023	09:40	00:40:00	20.00 cm	0.50 cm	3.00 cm
1	26/05/2023	09:50	00:50:00	20.50 cm	0.50 cm	3.50 cm
1	26/05/2023	10:00	01:00:00	21.00 cm	0.50 cm	4.00 cm
1	26/05/2023	10:10	01:10:00	21.00 cm	0.00 cm	4.00 cm
1	26/05/2023	10:20	01:20:00	21.50 cm	0.50 cm	4.50 cm
1	26/05/2023	10:30	01:30:00	22.00 cm	0.50 cm	5.00 cm
1	26/05/2023	10:40	01:40:00	22.50 cm	0.50 cm	5.50 cm
1	26/05/2023	10:50	01:50:00	22.50 cm	0.00 cm	5.50 cm
1	26/05/2023	11:00	02:00:00	22.50 cm	0.00 cm	5.50 cm
1	26/05/2023	11:50	02:50:00	22.50 cm	0.00 cm	5.50 cm

La capacidad de capilaridad del muro adicionado con un 0,50% de diatomeas calcinadas y un 0,25% de fibras de pseudotallo de plátano después de 2 horas fue de 5.50 cm, lo cual fue inferior en comparación con la capilaridad del muro convencional en el mismo periodo de tiempo.



Figura N° 137 Tiempo vs Capilaridad en dos horas y cincuenta minutos del Muro con Adiciones.

En el siguiente gráfico se compararán los resultados por capilaridad del muro convencional y adicionado en el lapso de 2 horas.

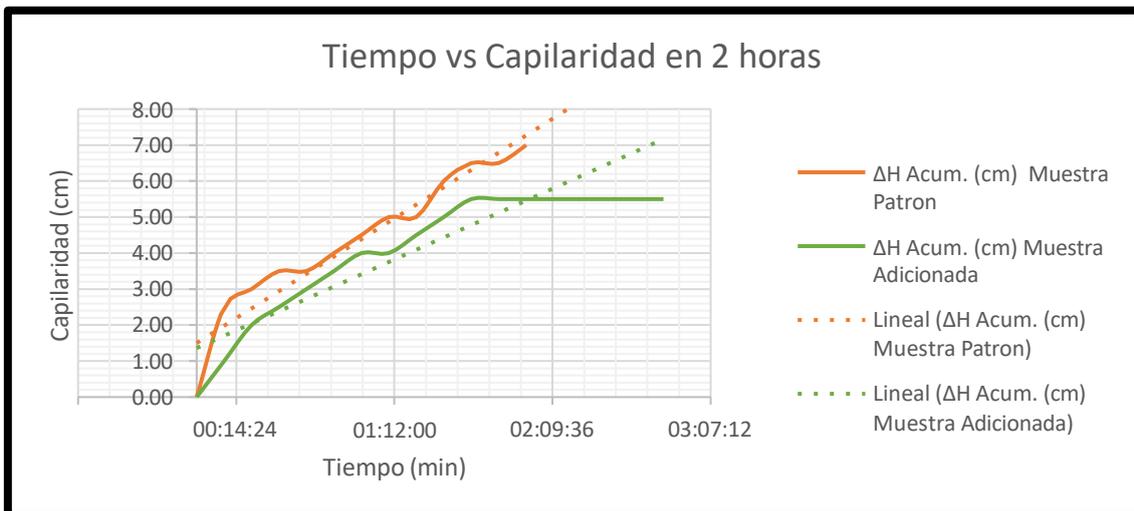


Figura N° 138 Tiempo vs Capilaridad en ambos Muros.

Al analizar el gráfico, se puede observar que la capilaridad del Muro convencional alcanzó los 7 cm. Por otro lado, el Muro con adiciones de diatomeas calcinadas y fibras de

pseudotallo de plátano obtiene una capilaridad de 5,50 cm, lo que indica con respecto al muro convencional una menor capacidad de absorción de agua.

b) ABSORCIÓN

Resultados del Muro Patrón

Para la obtención de resultados de la absorción se tomaran en cuenta las dimensiones de la Poza I, las dimensiones del muro en contacto y el volumen del agua para la poza I.

Tabla LV Absorción: Lecturas del Muro Patrón.

Dia	Fecha	Hora	Tiempo o Transición	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. Agua Abs. (m ³)	Vol. Agua Abs. (L)	Vol. Agua Abs. Acum. (L)
1	26/05/2023	09:00	00:00:00	17.00 cm	0.00 cm	0.00000 m ³	0.00	0.00 lts
1	26/05/2023	09:10	00:10:00	14.50 cm	2.50 cm	0.00675 m ³	6.75	6.75 lts
1	26/05/2023	09:20	00:20:00	14.00 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	8.10 lts
1	26/05/2023	09:30	00:30:00	13.50 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	9.45 lts
1	26/05/2023	09:40	00:40:00	13.50 cm	0.00 cm	0.00000 m ³	0.00	9.45 lts
1	26/05/2023	09:50	00:50:00	13.00 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	10.80 lts
1	26/05/2023	10:00	01:00:00	12.50 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	12.15 lts
1	26/05/2023	10:10	01:10:00	12.00 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	13.50 lts
1	26/05/2023	10:20	01:20:00	12.00 cm	0.00 cm	0.00000 m ³	0.00	13.50 lts
1	26/05/2023	10:30	01:30:00	11.00 cm	1.00 cm	0.00270 m ³	2.70	16.20 lts
1	26/05/2023	10:40	01:40:00	10.50 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	17.55 lts
1	26/05/2023	10:50	01:50:00	10.50 cm	0.00 cm	0.00000 m ³	0.00	17.55 lts
1	26/05/2023	11:00	02:00:00	10.00 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	18.90 lts

El muro convencional absorbió 18.90 litros de agua durante 2 horas.

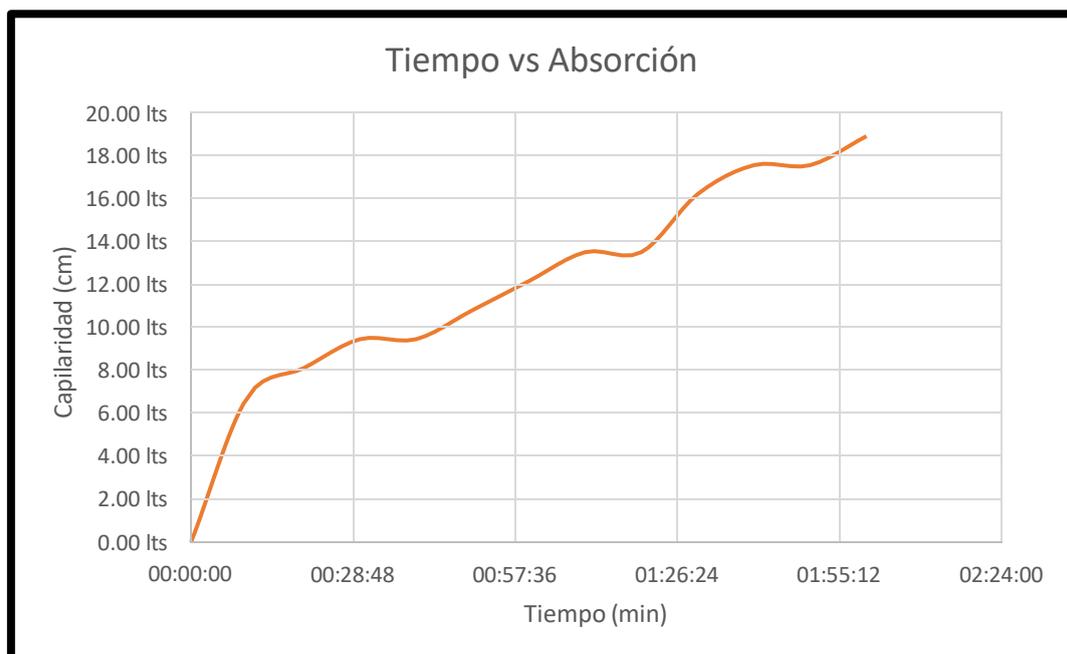


Figura N° 139 Tiempo vs Absorción en dos horas del Muro Patrón.

Resultados del muro con adición de 0.50% de diatomeas calcinas y 0.25% de fibras de pseudotallo de plátano

Para la obtención de resultados de la absorción del muro con unidades adicionadas se tuvieron en cuenta las dimensiones de la Poza II, las dimensiones del muro en contacto y el volumen del agua para la poza II.

Tabla LVI Absorción: Lecturas del Muro con Adiciones.

Dia	Fecha	Hora	Tiempo o Transicion	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. Agua Abs. (m3)	Vol. Agua Abs. (L)	Vol. Agua Abs. Acum. (L)
1	26/05/2023	09:00	00:00:00	17.00 cm	0.00 cm	0.00000 m3	0.00	0.00 lts
1	26/05/2023	09:10	00:10:00	16.00 cm	1.00 cm	0.00270 m3	2.70	2.70 lts
1	26/05/2023	09:20	00:20:00	15.00 cm	1.00 cm	0.00270 m3	2.70	5.40 lts
1	26/05/2023	09:30	00:30:00	14.50 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	6.75 lts
1	26/05/2023	09:40	00:40:00	14.00 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	8.10 lts
1	26/05/2023	09:50	00:50:00	13.50 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	9.45 lts
1	26/05/2023	10:00	01:00:00	13.00 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	10.80 lts
1	26/05/2023	10:10	01:10:00	13.00 cm	0.00 cm	0.00000 m3	0.00	10.80 lts
1	26/05/2023	10:20	01:20:00	12.50 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	12.15 lts
1	26/05/2023	10:30	01:30:00	12.00 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	13.50 lts
1	26/05/2023	10:40	01:40:00	11.50 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	14.85 lts
1	26/05/2023	10:50	01:50:00	11.50 cm	0.00 cm	0.00000 m3	0.00	14.85 lts
1	26/05/2023	11:00	02:00:00	11.50 cm	0.00 cm	0.00000 m3	0.00	14.85 lts
1	26/05/2023	11:50	02:50:00	11.50 cm	0.00 cm	0.00000 m3	0.00	14.85 lts

El muro adicionado absorbió 14.85 litros de agua durante 2 horas.



Figura N° 140 Tiempo vs Absorción en dos horas y cincuenta minutos del Muro con Adiciones.

En el siguiente grafico se muestra la absorción del muro adicionado y convencional en un plazo de 2 horas

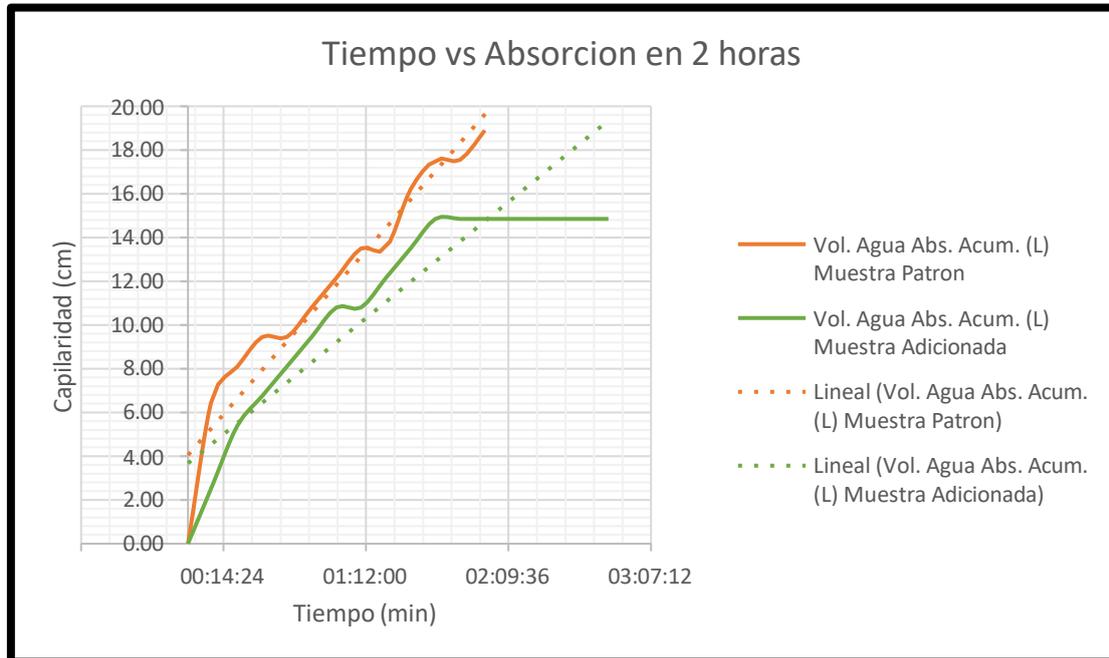


Figura N° 141 Tiempo vs Absorción en ambos Muros.

Según se aprecia en el gráfico, la absorción del Muro Patrón alcanzó los 18,90 litros, mientras que la absorción del Muro con la adición de diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano fue de 14,85 litros. Esto indica que el Muro con adición de diatomeas y fibras presentó una menor capacidad de absorción de líquido en comparación con el Muro Patrón.

DISCUSIÓN

Los resultados por medio de ensayos, pruebas y análisis realizados. Fueron positivos para afirmar y aceptar la hipótesis propuesta en esta investigación, que plantea mejorar la resistencia y erosión de las unidades de tierra reforzada con la adición de diatomeas calcinas y fibras de pseudotallo de Plátano.

Por los resultados se obtiene que la adición de 0.50% de diatomeas mas 0.25% de fibras de pseudotallo de plátano otorga mejores resultados en comparación con las demás dosificaciones.

Selección de la dosificación optima

Para la selección de la dosificación adecuada se tuvo en cuenta como único ensayo de selección a la resistencia a compresión aplicado a la unidad. Primero se ensayo la unidad convencional, después las unidades adicionadas con un solo elemento, que en este caso serán las diatomeas calcinadas y por último se ensayarán las unidades adicionadas con la mejor dosificación del primer y segundo elemento, siendo este ultimo las fibras de pseudotallo de plátano.

Ensayo de resistencia a compresión a unidad convencional

Por más que para este ensayo no haya un parámetro exacto para la unidad de tierra reforzada, tendremos en cuenta a la Norma E. 080 donde indica como resistencia ultima para prismas $f^m = 10.20 \text{ kg/cm}^2$.

Partiendo de esta premisa se obtuvo 11.67 kg/cm^2 como promedio de las 4 mejores muestras descartando la más alta y la más baja, afirmando que la muestra de suelo escogido del Distrito de La Victoria es mucho mejor que el del Distrito de Túcume que cuenta con un valor de 9.50 kg/cm^2 como su resistencia promedio, tal y como lo demuestra en la tesis denominada: “Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal”.

Ensayo de resistencia a compresión adicionado con diatomeas calcinadas

Para la selección de la mejor dosificación se tomó en cuenta tres dosificaciones distintas de Diatomeas Calcinadas, siendo 0.50%, 1.00% y 1.50% los porcentajes incorporados. Cuando se le adiciono 0.50% de DC se obtuvo una resistencia promedio de 16.34 kg/cm^2 de las 4 mejores muestras descartando la más alta y la más baja. Después al adicionar 1.00% de DC

se obtuvo un valor de 12.21 kg/cm² como su resistencia promedio de las 4 mejores muestras descartando la más alta y la más baja. Por último, se obtuvo un promedio de 10.93% de las 4 mejores muestras descartando la más alta y la más baja, al adicionar el 1.50% de DC. Después de la obtención de datos se procedió a elegir el porcentaje que presente el mejor comportamiento ante la resistencia a compresión, siendo 0.50% el porcentaje con la mayor resistencia y a su vez el menor de las tres dosificaciones, ya que a medida que se incrementa la dosificación la resistencia disminuye.

Ensayo de resistencia a compresión adicionado con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano

Para la selección final de la mejor dosificación se tomó en cuenta la dosificación con mejor comportamiento ante la resistencia a compresión de diatomeas calcinadas obtenida previamente más tres dosificaciones distintas de Fibras de Pseudotallo de Plátano, siendo 0.25%, 0.50% y 0.75% los porcentajes incorporados. Cuando se le adiciono 0.25% de FSP más 0.50% de DC se obtuvo una resistencia promedio de 19.88 kg/cm² de las 4 mejores muestras descartando la más alta y la más baja. Después al adicionar 0.50% de FSP más 0.50% de DC se obtuvo una resistencia promedio de 17.46 kg/cm² de las 4 mejores muestras descartando la más alta y la más baja. Por último, se obtuvo un promedio de 13.46% de las 4 mejores muestras descartando la más alta y la más baja, al adicionar el 0.75% de FSP más 0.50% de DC.

Después de la obtención de datos se procedió a elegir el porcentaje que presente el mejor comportamiento ante la resistencia a compresión, siendo 0.25% el porcentaje con la mayor resistencia y a su vez el menor de las tres dosificaciones, ya que a medida que se incrementa la dosificación la resistencia disminuye.

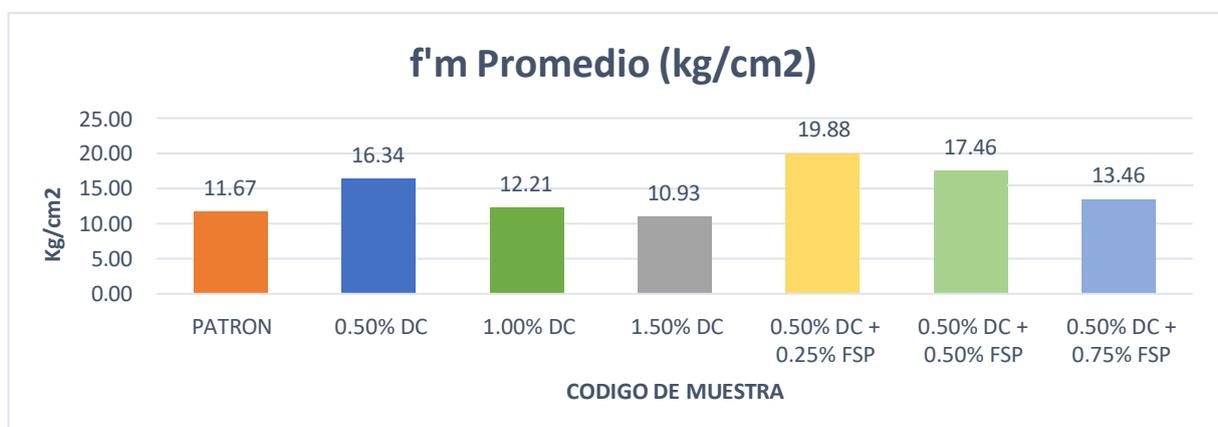


Figura N° 142 Resistencia a compresión promedio de todas las dosificaciones.

Como se puede ver en la figura, todas las adiciones presentan mejoras respecto a la resistencia propuesta por la norma E. 080: Tierra Reforzada, pero también puedes ver que a medida que se agrega cada elemento, el valor de resistencia comienza a disminuir. Por esta razón, se seleccionó una dosificación de 0,50% DC y 0,25% FSP como la dosificación de mejor desempeño ante la resistencia a la compresión, ya que aumentó la resistencia en un 70,30% en comparación con la muestra convencional.

Por último, en la investigación: “Evaluación y comparación técnica de las propiedades del adobe, típico convencional y el reforzado con cenizas del bagazo de caña de azúcar para la construcción de viviendas en el cc. pp de tambar – moro” obtuvo 14.39 kg/cm² como la mayor resistencia, así como también se recalca que al aumentar la dosificación disminuye la resistencia.

Ensayos a las unidades con la mejor dosificación

Ensayo de Erosión Acelerada

La finalidad de este ensayo es calcular numéricamente la oquedad que puede producir un chorro de agua sobre las muestras de tierra reforzada. En base a los resultados obtenidos se apreció que la oquedad en las unidades de tierra reforzada con la adición de 0.50% DC y 0.25% FSP se ven disminuidas con respecto a las unidades de tierra reforzada convencionales.

Según la investigación que se titula: “Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de san pedro” Se puede observar que el jabonato con una concentración del 3% mostró una resistencia al impacto del chorro de agua mayor, mientras que la unidad de San Pedro con una concentración del 6% tuvo un rendimiento inferior. El jabonato con una concentración del 3% experimentó una pérdida de peso del 2,29% y una oquedad de 2,28 cm. Por otro lado, el San Pedro mostró una pérdida de peso del 7,35% y una oquedad de 3,63 cm.

Obtenido ya los resultados se afirma que la adición de diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano con un porcentaje idóneo según su peso concede buenos resultados, con esto se establece que la erosión se ve disminuida. Además, los resultados obtenidos se deben a que al utilizar las diatomeas calcinadas en un 0.50% y las fibras de pseudotallo de plátano en un 0.25% con respecto a su peso como aglomerante y transformando el suelo plástico en rígido, permitiendo así que la unidad no se debilite cuando se realice el ensayo.

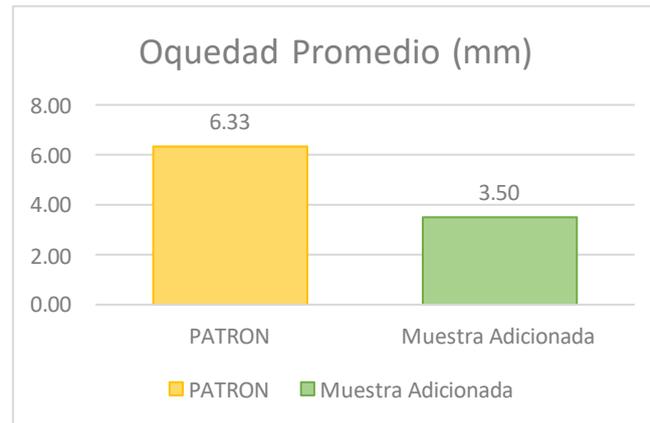


Figura N° 143 Oquedad promedio

En el grafico mostrado se aprecia que la oquedad en las unidades de tierra reforzada con la adición de 0.50% DC y 0.25% FSP se ve mejorada en un 44.80% con respecto a las unidades convencionales. Es así que se puede afirmar que el porcentaje seleccionado es el adecuado para mejorar la propiedad de la erosión en las unidades.

Ensayo de Succión

Las conclusiones de esta prueba difieren de los ensayos destructivos o mecánicos, aunque está relacionado con los ensayos de erosión porque la muestra estará en contacto con el agua. Por lo tanto, se realizó este ensayo porque facilita la investigación en la evaluación de la resistencia a la erosión.

La muestra adicionada con diatomeas calcinas y fibras de pseudotallo de plátano tuvo una ganancia de peso con respecto a las bloques convencionales, además se observa en la figura adjunta que las unidades han absorbido agua sin experimentar daños ni alteraciones en su estructura, evidenciando un incremento de peso con un valor positivo.

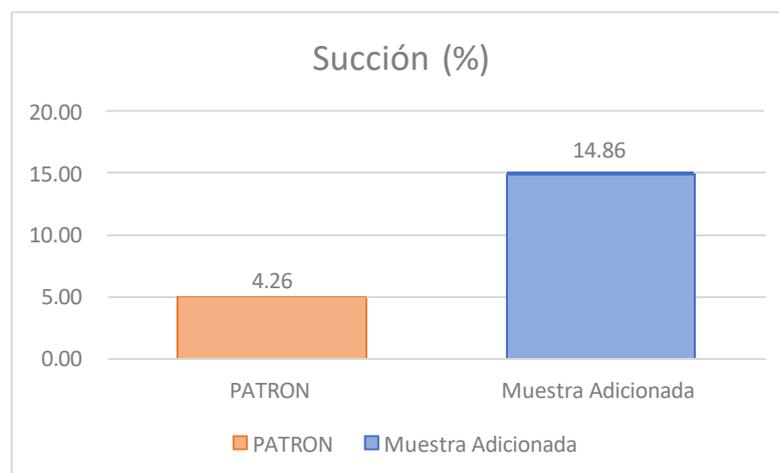


Figura N° 144 Succión promedio.

Los resultados presentados reflejan ganancia de peso, indicando un resultado positivo. Por tanto, estos resultados confirman que los porcentajes seleccionados muestran un mejor rendimiento y comportamiento, presentando diferencias significativas frente a los valores obtenidos utilizando la muestra patrón.

Ensayo de Variación Dimensional

Si bien no hay un valor específico requerido para los bloques de tierra reforzada en este resultado, es crucial resaltar que su relevancia radica en el espesor de la junta, directamente en el cálculo. La diferencia en las dimensiones de los bordes entre dos unidades, ya sea en longitud, ancho o altura, determinará el espesor de la junta correspondiente. Cuanto mayor sea esta diferencia, mayor será el espesor de la junta para una unidad, mientras que será menor para la otra.

Si bien las dimensiones iniciales son de 24x12x9 cm, después de ensayarse se obtuvo una variación dimensional de -4.99% en el largo, -5.44% en el ancho y -2.08% en el alto, obteniendo una disminución en sus tres longitudes con respecto a la muestra teórica. Además, la muestra adicionada se ve favorecida, ya que su variación dimensional se ve disminuida con respecto a la unidad convencional.

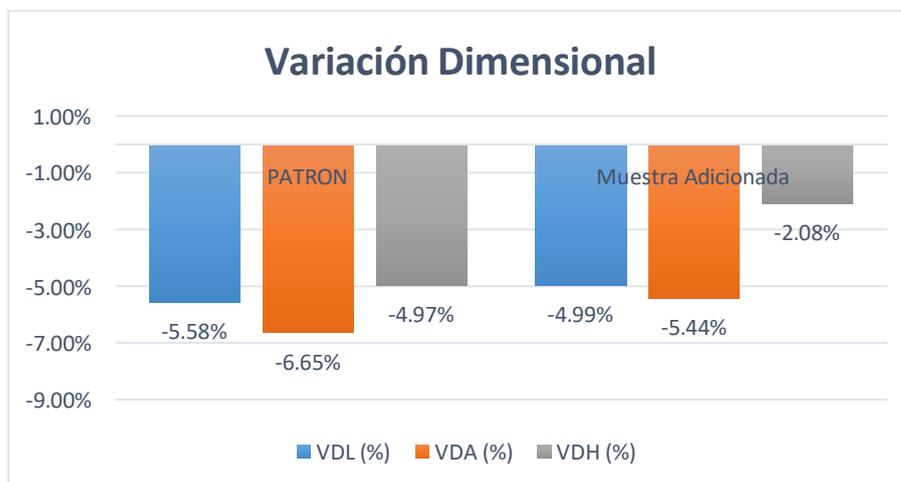


Figura N° 145 Variación dimensional promedio.

En el ensayo los resultados obtenidos muestran diferencias significativas en comparación con los porcentajes de referencia establecidos para evitar un aumento de 3 mm en la junta de ciertos bordes de la unidad. Es importante tener en cuenta que las unidades de tierra reforzada son más propensas a sufrir daños durante su manipulación, transporte y carga y

descarga, y todos estos factores influyen en la consistencia de las mediciones de cada uno de sus lados. Estos resultados jugarán un papel clave en los ensayos de compresión diagonal de los muretes y en la compresión de las pilas, ya que esta variación tendrá un efecto decisivo en los resultados obtenidos, según estudios realizados por otros investigadores.

Ensayo de resistencia a compresión en pilas

De manera similar a la compresión en la unidad de tierra reforzada, las muestras con el porcentaje óptimo demostraron una mayor resistencia, incluyendo al muro con unidades convencionales. En este caso, el mortero jugó un papel significativo, ya que, como anteriormente se descubrió, incluso pequeñas variaciones de 3 mm en el espesor del mortero pueden resultar en un bajo valor de resistencia a la compresión.

Como parte de esta prueba, primero se determinaron los niveles de esfuerzo permisibles a compresión, donde la muestra compuesta por unidades convencionales registró un valor de 10,51 kg/cm², mientras que la muestra compuesta por unidades con una cantidad óptima de diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano alcanzó 13,02 kg/cm²

Estos resultados respaldan los obtenidos en la prueba de resistencia a la compresión de la unidad de tierra reforzada, ya que al comprobar que la unidad por sí sola es más resistente, se puede inferir que en conjunto mantiene la misma resistencia.

En la investigación “Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal” la muestra de referencia exhibió la menor resistencia, seguida de un aumento uniforme en la resistencia con la adición de ambos compuestos, alcanzando finalmente una resistencia de 15 kg/cm².

Ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes

Los valores obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión de los bloques de tierra reforzada y en el ensayo de resistencia a la compresión de las pilas de tierra reforzada, se concluye que la incorporación de las adiciones propuestas en esta investigación mejora su resistencia. Sin embargo, es a través del ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes que se confirma el planteamiento de la hipótesis y se observa que la mezcla con un 0,50% de diatomeas calcinadas y un 0,25% de fibras de pseudotallo de plátano demuestra una mayor resistencia a la compresión diagonal en comparación con la unidad de tierra reforzada convencional.

En la investigación “Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal” las muestras analizadas, se observan resultados que oscilan entre 1,89 kg/cm² y 2,59 kg/cm², los cuales, en comparación con los obtenidos en este estudio, son más altos, aunque ambos demuestran una mejora.

Inundación Simulada

Este ensayo fue llevado a cabo tomando como referencia una investigación realizada por la PUCP, en la cual se mejoraron las propiedades de la unidad de tierra reforzada frente a una prolongada exposición al agua. El objetivo de este ensayo fue evaluar en dos periodos la resistencia ante la acción del agua, pero que al final solo termino siendo un solo periodo: Periodo Corto de Inundación (PCI).

Se llevó a cabo una simulación de inundación debida al crecimiento de un río, sometiendo tanto al muro construido con unidades convencionales como al muro reforzado con un 0,50% de diatomeas calcinadas y un 0,25% de fibras de pseudotallo de plátano a este proceso. Durante la evaluación, se analizaron la absorción y la capilaridad como sus dos características principales.

Este ensayo, aunque no esté estandarizada, forma parte de una investigación elaborada por la PUCP. Se prueba como referencia el procedimiento empleado en dicha investigación y se realizó la comparación del muro construido con unidades normales, sin ninguno añadido, y el muro con unidades adicionadas según la dosificación que arrojó mejores resultados en términos de compresión y erosión, así como se establecen en los objetivos. Esta dosificación consistió en la adición de un 0,50% de diatomeas calcinadas y un 0,25% de fibras de pseudotallo de plátano. Los resultados obtenidos fueron favorables y se explican en base a la investigación realizada en la PUCP



Figura N° 146 Obtención de las medidas con regla milimetrada.

Los muros realizados fueron ensayados el 26 de mayo del 2023. Al cabo de 2 horas de realizado el ensayo el muro patrón colapso, siendo este el problema que atraviesan miles de viviendas a lo largo del Perú que ante fenómenos naturales adversos terminan siendo perjudicadas y según la intensidad pueden terminar hasta en colapso. Mientras que el muro con adiciones colapso a las 2 horas con 50 minutos, este muro se comporto de diferente manera que el muro patrón, ya que este por más de una hora antes de colapsar no presento cambios en su capilaridad ni en su absorción. Esto se debería a que al igual que en la succión la unidad de adobe se ve blindada gracias a las adiciones de diatomeas y fibras de pseudotallo de plátano. Igual por mas que soporto casi una hora aproximadamente más que la unidad patrón al final siempre terminarían colapsando.

En la investigación “Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de san pedro” el ensayo de inundación simulada, demostró que la más efectiva se preparará utilizando jabonato de alumbre al 12%, seguido por el uso de san pedro al 12%. Estas muestras lograron resistir durante 16 horas y 15 horas respectivamente. En contraste, la muestra patrón colapsó al inicio del ensayo de inundación simulada.

En términos generales la solución planteada de agregar diatomeas calcinadas en un 0.50% y fibras de pseudotallo de plátano en 0.25% con respecto al peso de la unidad resulta siendo más resistente a la erosión que el muro patrón.

CONCLUSIONES

1. Se llegó a la conclusión de que, al aumentar el porcentaje de diatomeas y fibras, se mejora la resistencia en un rango que va desde un 7,20% hasta un 94,90% en comparación con la última resistencia estipulada por la Norma E.080: Tierra Reforzada.
2. Además, se concluye que las unidades de tierra reforzada con la dosificación óptima, experimentaron una reducción en la oquedad en un 44,80%. En otras palabras, se demostró una disminución significativa en el deterioro de las unidades en comparación con las muestras de tierra reforzada convencional.
3. Según la ficha técnica de las diatomeas calcinadas se determinó que estas presentan un color rosado, aspecto polvoso similar al del cemento, pero con una densidad mucho menor y de un origen natural proveniente de la diatomita de agua dulce de plancton. Mientras que las fibras de pseudotallo de plátano después del proceso de secado y listo para utilizar presentan un color y aspecto muy parecido a la paja, pero su resistencia es mayor a este significativamente.
4. Para obtener la composición química de las fibras de pseudotallo de plátano se hizo un análisis químico donde se obtuvo que estaba compuesto por hemicelulosa, lignina y celulosa, donde este último predominaba con un 72.80%, siendo este elemento fundamental para la comprobar la hipótesis.
5. Se determino como la dosificación optima la adición de 0.50% de diatomeas calcinas y 0.25% de fibras de pseudotallo de plátano con respecto al peso de unidad de tierra reforzada, mediante el ensayo de la resistencia a compresión. Obteniendo resultados de 19.88 kg/cm², aumentando en un 94.90% la mínima resistencia impuesta por la norma E. 080. Además, con los resultados obtenidos se comprobó de que un aumento en la dosificación disminuye la resistencia.
6. Después de realizar los ensayos mecánicos, físicos y químicos, propuestos en este proyecto, se concluye que la inclusión de ambos componentes es satisfactoria para el comportamiento tanto de las unidades de tierra reforzada como de los muros en general. Por lo tanto, sería factible construir viviendas utilizando unidades de tierra reforzada con la dosificación óptima de 0,50% de diatomeas calcinadas y 0,25% de fibras de pseudotallo de plátano, que demostraron obtener mejores resultados en comparación con la muestra convencional.
7. Además, después de los ensayos se pudo apreciar una mejoría en la resistencia a compresión de 70.30%, mientras que la erosión disminuyo en un 44.75%, la succión se

vio incrementada favorablemente tres veces más que la unidad convencional, por otro lado, la resistencia a compresión en pilas obtuvo un incremento de 24% y por último la resistencia a compresión diagonal alcanzo una mejoría de 18%. Todos estos porcentajes fueron obtenidos de la comparación entre la muestra adicionada y la muestra patrón.

8. En el caso de la inundación simulada, el muro elaborado de unidades adicionadas con la dosificación optima presento una mejoría en cuanto a tiempo, succión y capilaridad antes de sufrir el colapso. Si bien el muro patrón colapso a las 2 horas y el adicionado aproximadamente 1 hora después, este último no sufrió ningún cambio en ese lapso de tiempo debido que en algún punto la adición blindo a la unidad ante la inundación hasta su colapso final.
9. En la investigación las unidades convencionales alcanzaron para la resistencia a compresión un valor de 11.70 kg/cm², mientras que para la resistencia a la erosión se obtuvo una oquedad de 6.33 mm. Al comparar estos resultados con la adición de 0.50% de diatomeas calcinas y 0.25% de fibras de pseudotallo de plátano, se obtuvo una mejoría de 70.30% para la resistencia a compresión, mientras que la erosión se vio disminuida en un 44.75%.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere emplear la dosificación propuesta y validada en este estudio como una medida para abordar la vulnerabilidad de las viviendas de tierra reforzada frente a eventos naturales como las precipitaciones.
2. La precaución es muy importante durante el proceso de elaboración del barro, ya que, al incorporar los componentes mencionados, como las diatomeas calcinadas y las fibras de pseudotallo de plátano, se debe asegurar una mezcla homogénea sin la presencia de partículas extrañas que pueden influir en las dimensiones y el rendimiento de las unidades de tierra reforzada.
3. Se sugiere emplear moldes o gaveras apropiados, fabricados con materiales que aseguren que las superficies de las unidades de tierra reforzada sean lisas y no presenten imperfecciones significativas ni una variación dimensional excesiva.
4. Es fundamental considerar el tipo de suelo y la proporción de partículas gruesas y finas antes de fabricar las unidades de tierra reforzada, ya que estos factores pueden influir en las propiedades químicas y mecánicas de las unidades.
5. Se sugiere realizar una investigación más amplia con el objetivo de determinar un porcentaje óptimo que aumente la resistencia de la unidad de tierra reforzada al someterla a ensayos de compresión de pilas y compresión diagonal de muretes, con el propósito de aplicar este conocimiento en beneficio de la sociedad.
6. Se sugiere ampliar la realización de este tipo de investigaciones, ya que en la actualidad existe una búsqueda constante de mejoras en las viviendas construidas con adobe, especialmente en las zonas rurales de algunos distritos de nuestro país. Es recomendable explorar nuevos componentes que puedan ofrecer resultados positivos en las propiedades del adobe, con el objetivo de encontrar soluciones innovadoras y efectivas para la construcción de viviendas sostenibles y seguras.
7. También se sugiere llevar a cabo estudios e investigaciones específicas sobre el uso del compuesto de fibras de pseudotallo de plátano, dado que en este proyecto se realizó un ensayo químico que arrojó resultados prometedores en términos de las propiedades impermeabilizantes del material. Esto indica que dicho compuesto podría beneficiar a otros materiales que están en contacto con el agua si se utiliza de forma independiente. Por lo tanto, se recomienda profundizar en la investigación de este compuesto en particular para evaluar su potencial de aplicación en diferentes contextos y materiales.

8. Se plantea también tener un total cuidado al momento de realizar el mortero con el que se asentaran las pilas y muretes ya que una mala elaboración de este podría ocasionar que estos a la hora de ser ensayados fallen por mortero.
9. Se sugiere seguir llevando a cabo investigaciones relacionadas con el adobe. Aunque este material no es tan complejo como el concreto, representa una solución relevante para abordar la problemática presente en las zonas rurales. Además, esta investigación ha revelado nuevos componentes que pueden ser utilizados para mejorar las propiedades del adobe y lograr una construcción más estable. Por tanto, es importante continuar explorando y ampliando el conocimiento en este campo, a fin de impulsar el desarrollo de alternativas constructivas eficientes y adecuadas para dichas comunidades.

REFERENCIAS

- [1] J. M. Solis, «Hacia una metodología para la caracterización experimental del comportamiento a compresión de la mampostería de adobe,» *Informes de la Construcción*, vol. 72, n° 557, e332, 2020.
- [2] Organización Panamericana de la salud, «Paho.org,» 17 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/6JMo7R8>. [Último acceso: 2 Mayo 2022].
- [3] K. Guerra Armas, Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes, Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019.
- [4] «FAO,» [En línea]. Available: <https://cutt.ly/wJERbeo>.
- [5] A. A. Ruiz Pico y C. C. J. Alexander, «Fabricación de ladrillos macizos con Diatomeas Calcinadas,» *CIENCIA*, vol. 20, n° 2, pp. 105-117, 2018.
- [6] Diario La Republica, «La Republica,» 25 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://larepublica.pe/sociedad/889850-535-de-viviendas-en-la-region-lambayeque-son-de-adobe-y-quincha-segun-inei/>. [Último acceso: 6 Mayo 2022].
- [7] G. Ying Yu Chen, Analysis of Stabilized Adobe in Rural East Africa, San Luis Obispo, 2009.
- [8] A. I, A. Naseer y A. Shah, «Economical stabilization of clay for earth buildings construction in rainy and flood prone areas,» *Construction and Building Materials*, vol. 77, pp. 154-159, 2015.
- [9] E. Sanchez Paredes y V. Takahashi Sotomayor, Influencia de la adición de Tierra De Diatomeas en el potencial de corrosión del acero ASTM A615 dentro del concreto reforzado elaborado con cemento Portland Tipo I Y Cemento Tipo Ico En El Distrito De Máncora – Piura, Trujillo: Universidad Antenor Orrego, 2018.
- [10] O. F. Velarde Tello, Mejoramiento de la Resistencia del Adobe Estabilizado con Mucílago de Cactus para efectos de Lluvias, Lambayeque., Huacho: Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion, 2021.
- [11] G. D. Sandoval Alvarado, Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal., Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021.

- [12] P. Catalan Quiroz, J. Moreno Martinez, A. Galvan y R. Arroyo Matus, «Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio,» *Acta Universitaria*, vol. 29, pp. 1-13, 2019.
- [13] C. D. Diaz Ramirez y V. E. Puyen Lamas, Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando Jabonato de Alumbre o Mucílago de Cactus de San Pedro, Chiclayo: Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019.
- [14] *Norma Tecnica Peruana E.080 Adobe*, Lima, 2016.
- [15] A. Holguino Huarza, O. M. Luis y K. U. Escobar Copa, «Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú,» *Revista de Investigaciones Altoandinas*, vol. 20, n° 3, pp. 289-300, 2018.
- [16] V. I. Romero Cuentas y C. D. Callasi Venero, Estudio Comparativo de las Propiedades Fisico Mecanicas de las Unidades de Adobe Tradicional frente a las Unidades de Adobe Estabilizado con Asfalto, Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2017.
- [17] D. L. Quintana Choqueluque y M. O. Vera Salizar, Evaluación de la Erosion y la Resistencia a la Compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por Mucilago de Tuna en porcentajes de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2017.
- [18] R. A. Carranza Terrones, Nuevos materiales conglomerantes a partir de tierras diatomeas de distinto origen: Reactividad Puzolanica, Valencia: Universidad Politecnica de Valencia, 2017.
- [19] J. R. Serralde Lealba, Elaboración de materiales de construcción con agregados reciclados y diatomita, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2019.
- [20] M. Fernández Honorio y L. Flores Felix, Comportamiento fisico mecánico en muros de albañilería de adobe con fibras de hojas de piña - pseudotallo, Cajamarca - 2021, Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021.
- [21] D. Cabrera Arias y W. Huaynate Granados, Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones., Lima: PUCP, 2010.
- [22] C. Salazar y S. Del castillo, Fundamentos Basicos de Estadistica, 2018.
- [23] *Reglamento Nacional de Edificaciones*, Lima, 2016.

ANEXOS

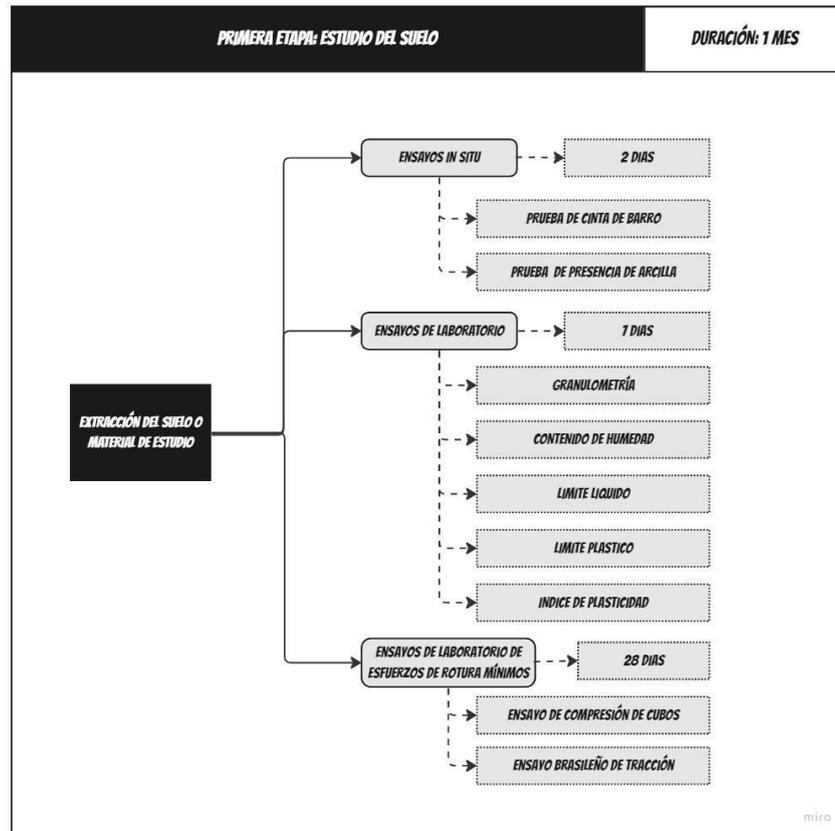


Figura N° 148 Flujograma de desarrollo de ensayos y obtención de resultados.

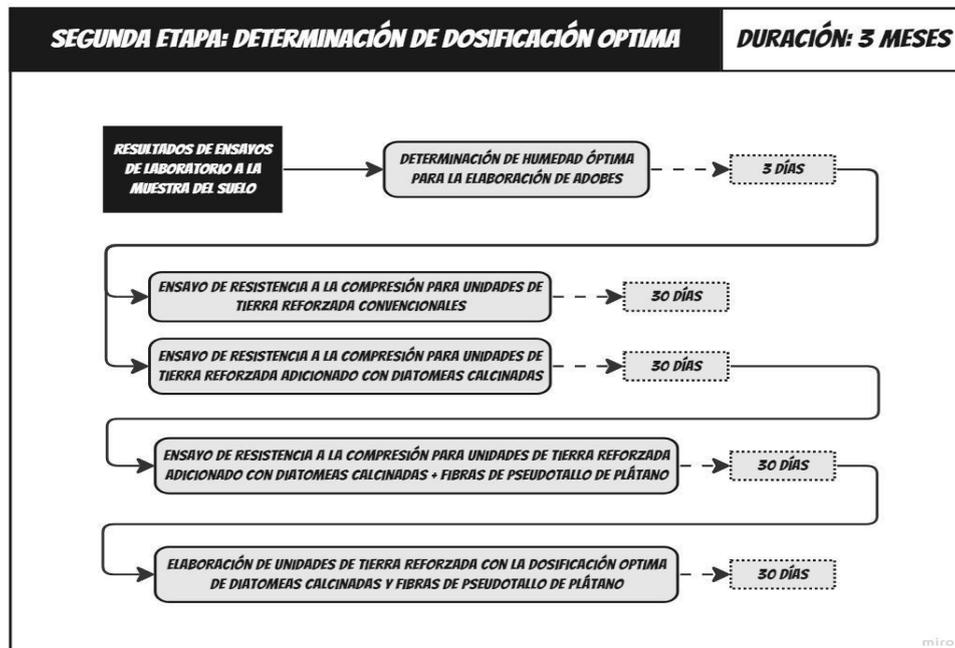


Figura N° 147 Flujograma de la obtención de la dosificación óptima.

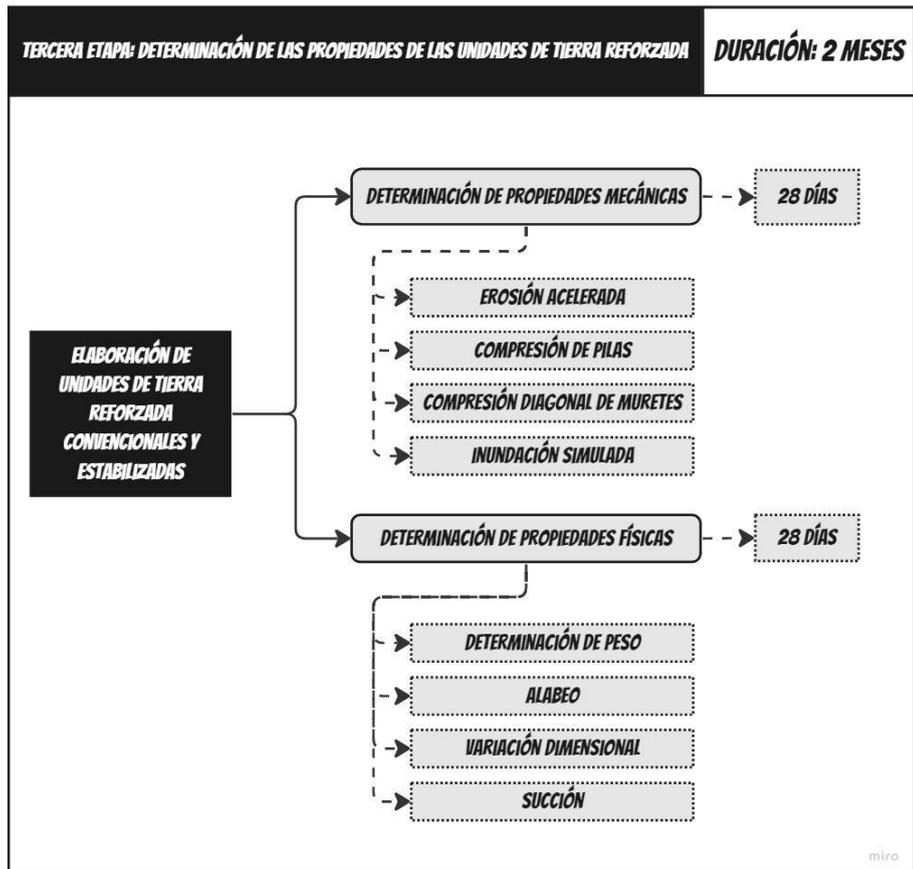


Figura N° 149 Flujoograma de la determinación de las propiedades de las unidades.

Anexo I Ensayo de Laboratorio.



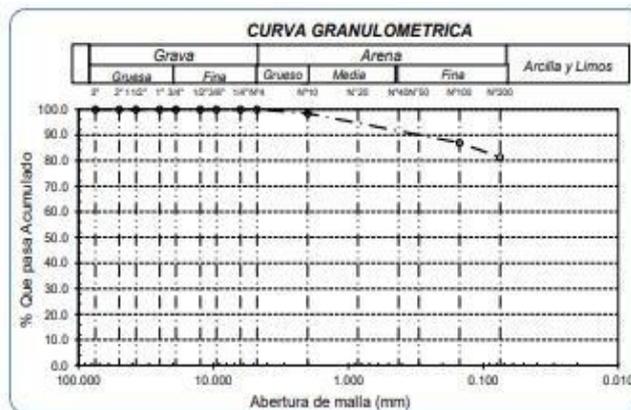
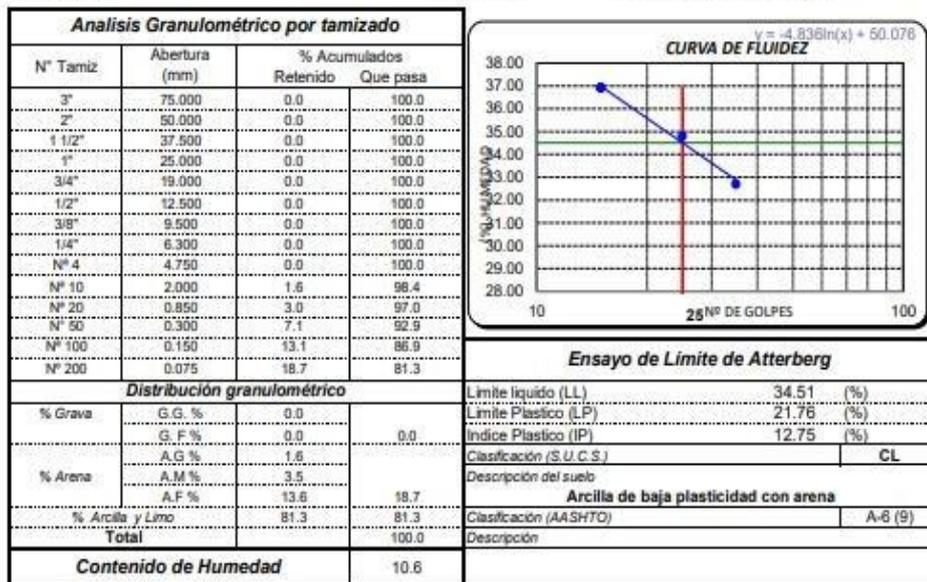
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
 Lugar : Dist. La Victoria, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 9 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: 0.10m. - 1.50m.



Luiggi Gianpier Renteria Cabanillas

Firma Tesista



Anexo II Ensayo de Compresión al suelo.



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 : Renteria Cabanillas Luigi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 11 de Noviembre del 2022

ENSAYO : Resistencia a Compresión del Suelo

REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	CUBOS DE TIERRA	100.00	1010.00	10.10
02	CUBOS DE TIERRA	100.00	1020.00	10.20
03	CUBOS DE TIERRA	100.00	1050.00	10.50
04	CUBOS DE TIERRA	100.00	1060.00	10.60
05	CUBOS DE TIERRA	100.00	1030.00	10.30
06	CUBOS DE TIERRA	100.00	1070.00	10.70
Promedio				10.40

NOTA:

- Ensayo realizado a unidad entera a los 28 días
- Resistencia a la compresión en cubos de tierra

OBSERVACIONES :

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

Firma Tesista



Anexo III Ensayo a Tracción del Suelo



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



TESISTA: : Rentería Cabanillas Luiggi Gianpier
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 11 de Noviembre del 2022

ENSAYO : Resistencia a tracción del suelo

NORMA DE REFERENCIA : NORMA E.080

Título : Diseño y Construcción con Tierra Reforzada

$$f'm = \frac{2xP}{3.1416 \times d \times h}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f'c (Kg/cm ²)
A-01	PROBETA DE BARRO	07/10/2022	03/11/2022	28	15.00	30.00	960	1.36
A-02	PROBETA DE BARRO	07/10/2022	03/11/2022	28	15.00	30.00	910	1.29
A-03	PROBETA DE BARRO	07/10/2022	03/11/2022	28	15.00	30.00	1010	1.43
A-04	PROBETA DE BARRO	07/10/2022	03/11/2022	28	15.00	30.00	930	1.32
A-05	PROBETA DE BARRO	07/10/2022	03/11/2022	28	15.00	30.00	990	1.40
A-06	PROBETA DE BARRO	07/10/2022	03/11/2022	28	15.00	30.00	900	1.27
Promedio								1.34

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Firma Tesista



Anexo IV Ensayo de Succión (Mejor dosificación).



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



(Pag. 01 de 01)

Tesista : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 15 de Abril del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBANILERIA. Porcentaje de Succión

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

Muestra Nº	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	S (%)
01	ADOBE CONVENCIONAL	3696	3675	14.6
02	ADOBE CONVENCIONAL	3783	3760	16.0
03	ADOBE CONVENCIONAL	3585	3560	17.4
04	ADOBE CONVENCIONAL	3588	3572	11.1
05	ADOBE CONVENCIONAL	3742	3720	15.3

Promedio	14.9
----------	------

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE UN 1 MINUTO, EXPRESADO EN GRAMOS.

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

S : ES LA SUCCIÓN 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.

Firma Tesista



Anexo V Ensayo de Succión (Convencional).



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 : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 11 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	G4 (g)	G3 (g)	S (%)
01	ADOBE CONVENCIONAL	3374	3369	3.5
02	ADOBE CONVENCIONAL	3393	3388	3.4
03	ADOBE CONVENCIONAL	3460	3455	3.6
04	ADOBE CONVENCIONAL	3466	3461	2.8
05	ADOBE CONVENCIONAL	3408	3398	6.4

Promedio	3.9
----------	-----

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE UN 1 MINUTO, EXPRESADO EN GRAMOS.

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

S : ES LA SUCCIÓN 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.

Firma Tesista



Anexo VI Ensayo de Variación Dimensional (Mejor Dosificación).



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 : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 10 de Abril del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBANILERIA. Variación Dimensional

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

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Adobe Estabilizado con 0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras	224.75	114.00	88.50
02	Adobe Estabilizado con 0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras	225.25	115.75	87.75
03	Adobe Estabilizado con 0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras	230.00	112.75	87.50
04	Adobe Estabilizado con 0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras	227.50	114.00	89.25
05	Adobe Estabilizado con 0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras	229.00	113.00	89.25
06	Adobe Estabilizado con 0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras	227.75	114.50	86.75
07	Adobe Estabilizado con 0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras	228.50	113.25	86.75
08	Adobe Estabilizado con 0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras	226.75	112.00	87.50
09	Adobe Estabilizado con 0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras	232.25	113.00	89.50
10	Adobe Estabilizado con 0.5% Diatomeas + 0.25% Fibras	228.50	112.50	88.50
PROMEDIO		228.03	113.48	88.13
C.V.		0.96%	0.97%	1.16%

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.

Firma Tesista



Anexo VII Ensayo de Variación Dimensional (Convencional).



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 : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 11 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBANILERIA. Variación Dimensional

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

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Adobe Convencional	226.00	113.00	86.75
02	Adobe Convencional	225.25	112.50	86.00
03	Adobe Convencional	229.75	110.50	83.25
04	Adobe Convencional	224.50	112.75	84.50
05	Adobe Convencional	229.00	110.50	86.75
06	Adobe Convencional	224.00	111.25	84.25
07	Adobe Convencional	227.00	113.50	84.50
08	Adobe Convencional	225.75	111.50	84.75
09	Adobe Convencional	227.00	112.75	86.00
10	Adobe Convencional	227.75	112.00	88.50
PROMEDIO		226.60	112.03	85.53
C.V.		0.82%	0.94%	1.82%

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.

Firma Tesista



Anexo VIII Ensayo de Alabeo (Mejor Dosificación).

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

(Pag. 01 de 01)

Tesista : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 10 de Abril del 2023

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	CONVEJO	CONCAVO	CONVEJO
# / CÓDIGO		mm		mm	
M - 1	4.50	0.00	0.00	4.00	0.00
M - 2	2.80	0.00	0.00	2.50	0.00
M - 3	1.90	0.00	0.00	1.80	0.00
M - 4	0.00	1.40	0.00	5.30	0.00
M - 5	2.70	0.00	2.00	0.00	0.00
M - 6	3.30	0.00	1.80	0.00	0.00
M - 7	3.00	0.00	0.00	4.00	0.00
M - 8	3.20	0.00	0.00	5.80	0.00
M - 9	2.00	0.00	2.50	0.00	0.00
M-10	3.50	0.00	4.00	0.00	0.00
PROMEDIO	2.69	0.14	1.03	2.34	0.00
D. EST. (%)	1.20	0.44	1.45	2.32	0.00

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.

Firma Tesista



Anexo IX Ensayo de Alabeo (Convencional).

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 : Renteria Cabanillas Luigi Gianpier
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 11 de Noviembre 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
# / CÓDIGO	mm		mm	
M - 1	5.50	0.00	0.00	5.00
M - 2	3.80	0.00	0.00	3.00
M - 3	2.00	0.00	0.00	2.00
M - 4	0.00	1.60	0.00	5.50
M - 5	3.00	0.00	2.30	0.00
M - 6	4.00	0.00	2.00	0.00
M - 7	4.20	0.00	0.00	4.20
M - 8	3.50	0.00	0.00	6.10
M - 9	2.20	0.00	2.80	0.00
M-10	3.20	0.00	5.00	0.00
PROMEDIO	3.14	0.16	1.21	2.58
D. EST. (%)	1.49	0.51	1.75	2.51

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.

Firma Tesista



Anexo X Ensayo de Resistencia a Compresión (Convencional).



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 07)

Tesista : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque

Fecha : Chiclayo, 11 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión

REFERENCIA : N.T.P. 399.613

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	ADOBE CONVENCIONAL	242.00	3280.00	13.55
02	ADOBE CONVENCIONAL	263.32	2870.00	10.90
03	ADOBE CONVENCIONAL	253.08	2790.00	11.02
04	ADOBE CONVENCIONAL	256.30	3260.00	12.72
05	ADOBE CONVENCIONAL	257.40	3100.00	12.04
06	ADOBE CONVENCIONAL	247.50	2630.00	10.63
Promedio				11.67

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 11/10/2022

Firma Tesista



Anexo XI Ensayo de Resistencia a Compresión (Adicionada al 0.5% de Diatomeas).



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 07)

Tesista : Rentería Cabanillas Luiggi Gianpier
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 11 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión

REFERENCIA : N.T.P. 399.613

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS	253.12	3970.00	15.68
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS	250.80	4120.00	16.43
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS	254.22	4160.00	16.36
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS	265.59	4190.00	15.78
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS	250.86	4210.00	16.78
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS	247.50	4230.00	17.09
Promedio				16.34

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 19/10/2022

Firma Tesista



Anexo XII Ensayo de Resistencia a Compresión (Adicionada al 1% de Diatomeas).



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 07)

Tesista : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 11 de Noviembre del 2022

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

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.0% DE DIATOMEAS	242.00	2820.00	11.65
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.0% DE DIATOMEAS	265.65	3020.00	11.37
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.0% DE DIATOMEAS	256.51	3180.00	12.40
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.0% DE DIATOMEAS	266.76	3220.00	12.07
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.0% DE DIATOMEAS	251.97	3280.00	13.02
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.0% DE DIATOMEAS	242.00	3380.00	13.97
Promedio				12.21

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 19/10/2022

Firma Tesista



Anexo XIII Ensayo de Resistencia a Compresión (Adicionada al 1.5% de Diatomeas).



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 07)

Tesista : Renteria Cabanillas Luigi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque

Fecha : Chiclayo, 11 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión

REFERENCIA : N.T.P. 399.613

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.5% DE DIATOMEAS	242.00	2380.00	9.83
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.5% DE DIATOMEAS	253.08	2840.00	11.22
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.5% DE DIATOMEAS	261.03	2640.00	10.11
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.5% DE DIATOMEAS	259.84	2830.00	10.89
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.5% DE DIATOMEAS	252.00	2900.00	11.51
06	ADOBE ESTABILIZADO CON 1.5% DE DIATOMEAS	242.00	2930.00	12.11
Promedio				10.93

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 19/10/2022

Firma Tesista



Anexo XIV Ensayo de Resistencia a Compresión (Adicionada al 0.5% de Diatomeas + 0.25% de fibras).



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 07)

Tesista : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión

REFERENCIA : N.T.P. 399.613

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.25% FIBRA:	242.00	4530.00	18.72
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.25% FIBRA:	255.30	5090.00	19.94
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.25% FIBRA:	249.76	5080.00	20.34
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.25% FIBRA:	254.19	5060.00	19.91
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.25% FIBRA:	258.78	5000.00	19.32
			Promedio	19.88

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 17/11/2022

Firma Tesista



Anexo XV Ensayo de Resistencia a Compresión (Adicionada al 0.5% de Diatomeas + 0.5% de fibras).



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 07)

Tesista : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión

REFERENCIA : N.T.P. 399.613

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.5% FIBRAS	242.00	3790.00	15.66
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.5% FIBRAS	255.30	4350.00	17.04
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.5% FIBRAS	259.92	4530.00	17.43
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.5% FIBRAS	263.32	4590.00	17.43
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.5% FIBRAS	249.73	4480.00	17.94
Promedio				17.46

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 17/11/2022

Firma Tesista



Anexo XVI Ensayo de Resistencia a Compresión (Adicionada al 0.5% de Diatomeas + 0.75% de fibras).



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 07)

Tesista : Renteria Cabanillas Luiggi Gianpier
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión

REFERENCIA : N.T.P. 399.613

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.75% FIBRA:	242.00	2920.00	12.07
02	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.75% FIBRA:	252.00	3460.00	13.73
03	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.75% FIBRA:	244.20	3360.00	13.76
04	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.75% FIBRA:	254.25	3310.00	13.02
05	ADOBE ESTABILIZADO CON 0.5% DE DIATOMEAS + 0.75% FIBRA:	253.12	3370.00	13.31
			Promedio	13.46

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 17/11/2022

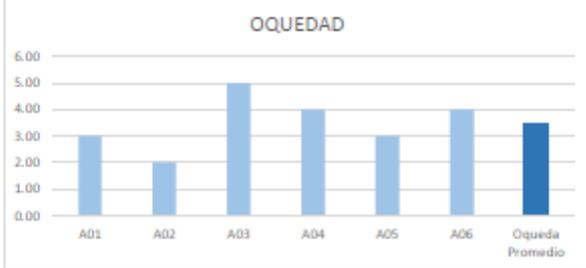
Firma Tesista



Anexo XVII Ensayo de Erosión acelerada (Convencional).

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																															
DATOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN																																															
NOMBRE DEL ENSAYO ENSAYO DE EROSIÓN ACCELERADA SWINBURNE (SAET) NORMA ESPAÑOLA UNE 41410																																															
NOMBRE DEL PROYECTO DE TESIS EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA Y EROSIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA ADICIONADAS CON DIATOMEAS CALCINADAS Y FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO																																															
TESISTA LUIGGI GIANPIER RENTERIA CABANILLAS Cod. Univ. 1017D03268																																															
UBICACIÓN DISTRITO DE LA VICTORIA, DPTO. DE LAMBAYEQUE		FECHA DEL ENSAYO 6 DE NOVIEMBRE DE 2022																																													
DATOS DEL ENSAYO																																															
EDAD DE LAS UNIDADES (TIEMPO DE CURADO) 28 días																																															
DOSIFICACIÓN DE DIATOMEAS CALCINADAS 0%		DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLATANO 0%																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CÓDIGO</th> <th>TIEMPO</th> <th>OQUEDAD</th> <th>MAX. OQUEDAD</th> <th rowspan="2">CUMPLE</th> </tr> <tr> <th>min</th> <th>mm</th> <th>mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A01</td> <td>10.00</td> <td>5.00</td> <td>10.00</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>A02</td> <td>10.00</td> <td>8.00</td> <td>10.00</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>A03</td> <td>10.00</td> <td>7.00</td> <td>10.00</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>A04</td> <td>10.00</td> <td>5.00</td> <td>10.00</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>A05</td> <td>10.00</td> <td>6.00</td> <td>10.00</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>A06</td> <td>10.00</td> <td>7.00</td> <td>10.00</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Oquedad Promedio</td> <td>6.33</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					CÓDIGO	TIEMPO	OQUEDAD	MAX. OQUEDAD	CUMPLE	min	mm	mm	A01	10.00	5.00	10.00	SI	A02	10.00	8.00	10.00	SI	A03	10.00	7.00	10.00	SI	A04	10.00	5.00	10.00	SI	A05	10.00	6.00	10.00	SI	A06	10.00	7.00	10.00	SI	Oquedad Promedio		6.33		
CÓDIGO	TIEMPO	OQUEDAD	MAX. OQUEDAD	CUMPLE																																											
	min	mm	mm																																												
A01	10.00	5.00	10.00	SI																																											
A02	10.00	8.00	10.00	SI																																											
A03	10.00	7.00	10.00	SI																																											
A04	10.00	5.00	10.00	SI																																											
A05	10.00	6.00	10.00	SI																																											
A06	10.00	7.00	10.00	SI																																											
Oquedad Promedio		6.33																																													
																																															
 Firma del Tesista																																															

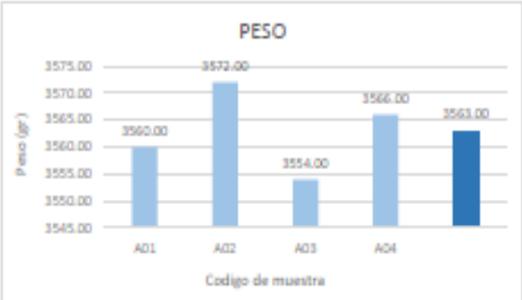
Anexo XVIII Ensayo de Determinación de peso (Mejor Dosificación).

 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p>	<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</p>																																							
DATOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION																																								
<p>NOMBRE DEL ENSAYO ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE (SAET) <i>NORMA ESPAÑOLA UNE 41410</i></p>																																								
<p>NOMBRE DEL PROYECTO DE TESIS EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA Y EROSIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA ADICIONADAS CON DIATOMEAS CALCINADAS Y FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLATANO</p>																																								
<p>TESISTA LUIGGI GIANPIER RENTERIA CABANILLAS <i>Cod. Univ. 1611D63268</i></p>																																								
<p>UBICACIÓN DISTRITO DE LA VICTORIA, DPTO. DE LAMBAYEQUE</p>	<p>FECHA DEL ENSAYO 15 DE ABRIL DE 2023</p>																																							
DATOS DEL ENSAYO																																								
<p>EDAD DE LAS UNIDADES (TIEMPO DE CURADO) 28 días</p>																																								
<p>DOSIFICACIÓN DE DIATOMEAS CALCINADAS 0.50%</p>	<p>DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLATANO 0.25%</p>																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CÓDIGO</th> <th>TIEMPO</th> <th>OQUEDAD</th> <th>MAX. OQUEDAD</th> <th rowspan="2">CUMPLE</th> </tr> <tr> <th>min</th> <th>mm</th> <th>mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A01</td> <td>10.00</td> <td>3.00</td> <td>10.00</td> <td rowspan="6">SI</td> </tr> <tr> <td>A02</td> <td>10.00</td> <td>2.00</td> <td>10.00</td> </tr> <tr> <td>A03</td> <td>10.00</td> <td>5.00</td> <td>10.00</td> </tr> <tr> <td>A04</td> <td>10.00</td> <td>4.00</td> <td>10.00</td> </tr> <tr> <td>A05</td> <td>10.00</td> <td>3.00</td> <td>10.00</td> </tr> <tr> <td>A06</td> <td>10.00</td> <td>4.00</td> <td>10.00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Oquedad Promedio</td> <td>3.50</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			CÓDIGO	TIEMPO	OQUEDAD	MAX. OQUEDAD	CUMPLE	min	mm	mm	A01	10.00	3.00	10.00	SI	A02	10.00	2.00	10.00	A03	10.00	5.00	10.00	A04	10.00	4.00	10.00	A05	10.00	3.00	10.00	A06	10.00	4.00	10.00	Oquedad Promedio		3.50		
CÓDIGO	TIEMPO	OQUEDAD		MAX. OQUEDAD	CUMPLE																																			
	min	mm	mm																																					
A01	10.00	3.00	10.00	SI																																				
A02	10.00	2.00	10.00																																					
A03	10.00	5.00	10.00																																					
A04	10.00	4.00	10.00																																					
A05	10.00	3.00	10.00																																					
A06	10.00	4.00	10.00																																					
Oquedad Promedio		3.50																																						
<div style="text-align: center;">  <p>OQUEDAD</p> <p>Gráfico de barras que muestra los valores de OQUEDAD (en mm) para cada código de muestra (A01 a A06) y el promedio. El eje Y va de 0.00 a 6.00 mm. Los valores son: A01: 3.00, A02: 2.00, A03: 5.00, A04: 4.00, A05: 3.00, A06: 4.00, Oquedad Promedio: 3.50.</p> </div>																																								
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="730 1630 906 1765">  <p>Firma del Tesista</p> </div> <div data-bbox="1086 1563 1278 1771">  <p>USAT LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EL CENTRO DE LABORATORIOS</p> </div> </div>																																								

Anexo XIX Ensayo de Determinación de peso (Convencional).

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																			
DATOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION																																			
NOMBRE DEL ENSAYO DETERMINACIÓN DEL PESO <i>NTP- 319.613</i>																																			
NOMBRE DEL PROYECTO DE TESIS EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA Y EROSIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA ADICIONADAS CON DIATOMEAS CALCINADAS Y FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO																																			
TESISTA LUGGI GIANPIER RENTERIA CABANILLAS <i>Cod. Univ. 1617D63268</i>																																			
UBICACIÓN DISTRITO DE LA VICTORIA, DPTO. DE LAMBAYEQUE	FECHA DEL ENSAYO 17 DE OCTUBRE DE 2022																																		
DATOS DEL ENSAYO																																			
EDAD DE LAS UNIDADES (TIEMPO DE CURADO) 28 días																																			
DOSIFICACIÓN DE DIATOMEAS CALCINADAS 0%	DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLATANO 0%																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CÓDIGO</th> <th>ANCHO</th> <th>LARGO</th> <th>AREA</th> <th>PESO</th> </tr> <tr> <th>cm</th> <th>cm</th> <th>cm²</th> <th>gr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A01</td> <td>12.00</td> <td>24.00</td> <td>288.00</td> <td>3439.00</td> </tr> <tr> <td>A02</td> <td>12.00</td> <td>24.00</td> <td>288.00</td> <td>3344.00</td> </tr> <tr> <td>A03</td> <td>12.00</td> <td>24.00</td> <td>288.00</td> <td>3433.00</td> </tr> <tr> <td>A04</td> <td>12.00</td> <td>24.00</td> <td>288.00</td> <td>3353.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">PROMEDIO</td> <td>3392.25</td> </tr> </tbody> </table>		CÓDIGO	ANCHO	LARGO	AREA	PESO	cm	cm	cm ²	gr	A01	12.00	24.00	288.00	3439.00	A02	12.00	24.00	288.00	3344.00	A03	12.00	24.00	288.00	3433.00	A04	12.00	24.00	288.00	3353.00	PROMEDIO				3392.25
CÓDIGO	ANCHO		LARGO	AREA	PESO																														
	cm	cm	cm ²	gr																															
A01	12.00	24.00	288.00	3439.00																															
A02	12.00	24.00	288.00	3344.00																															
A03	12.00	24.00	288.00	3433.00																															
A04	12.00	24.00	288.00	3353.00																															
PROMEDIO				3392.25																															
																																			
OBSERVACIONES																																			
 Firma del Tesista																																			
																																			

Anexo XX Ensayo de Determinación de peso (Mejor Dosificación).

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																					
DATOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN																																							
NOMBRE DEL ENSAYO DETERMINACIÓN DEL PESO <i>NTP - 339.613</i>																																							
NOMBRE DEL PROYECTO DE TESIS EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA Y EROSIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA ADICIONADAS CON DIATOMÉAS CALCINADAS Y FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO																																							
TESISTA LUIGGI GIANPIER RENTERIA CABANILLAS <i>Coef. Univ. 16/11D63268</i>																																							
UBICACIÓN DISTRITO DE LA VICTORIA, DPTO. DE LAMBAYEQUE			FECHA DEL ENSAYO 15 DE ABRIL DE 2023																																				
DATOS DEL ENSAYO																																							
EDAD DE LAS UNIDADES (TIEMPO DE CURADO) 28 días																																							
DOSIFICACIÓN DE DIATOMÉAS CALCINADAS 0.5%			DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO 0.25%																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CODIGO</th> <th>ANCHO</th> <th>LARGO</th> <th>ÁREA</th> <th>PESO</th> </tr> <tr> <th>cm</th> <th>cm</th> <th>cm²</th> <th>gr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A01</td> <td>12.00</td> <td>24.00</td> <td>288.00</td> <td>3560.00</td> </tr> <tr> <td>A02</td> <td>12.00</td> <td>24.00</td> <td>288.00</td> <td>3572.00</td> </tr> <tr> <td>A03</td> <td>12.00</td> <td>24.00</td> <td>288.00</td> <td>3554.00</td> </tr> <tr> <td>A04</td> <td>12.00</td> <td>24.00</td> <td>288.00</td> <td>3566.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">PESO PROMEDIO</td> <td>3563.00</td> </tr> </tbody> </table>						CODIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	PESO	cm	cm	cm ²	gr	A01	12.00	24.00	288.00	3560.00	A02	12.00	24.00	288.00	3572.00	A03	12.00	24.00	288.00	3554.00	A04	12.00	24.00	288.00	3566.00	PESO PROMEDIO				3563.00
CODIGO	ANCHO	LARGO	ÁREA	PESO																																			
	cm	cm	cm ²	gr																																			
A01	12.00	24.00	288.00	3560.00																																			
A02	12.00	24.00	288.00	3572.00																																			
A03	12.00	24.00	288.00	3554.00																																			
A04	12.00	24.00	288.00	3566.00																																			
PESO PROMEDIO				3563.00																																			
																																							
OBSERVACIONES																																							
 <hr/> Firma del Tesista																																							
																																							

Anexo XXI Ensayo de Resistencia a Compresión Diagonal.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycer@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1304A-23/ LEMS W&C
Solicitante : RENTERIA CABANILLAS LUIGGI GIANPIER
Proyecto / Obra : TESIS: "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 13 de Abril del 2023
Inicio de ensayo : Sabado, 15 de Abril del 2023
Fin de ensayo : Sabado, 13 de Mayo del 2023
Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.
Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Espesor om	Longitud om	Altura om	Área om ²	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²
01	MURETE CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	11.5	70.0	70.0	805	534	0.33
02	MURETE CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	11.5	70.0	70.0	805	487	0.30
03	MURETE CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	11.5	70.0	70.0	805	540	0.34
04	MURETE CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	11.5	70.0	70.0	805	495	0.31
05	MURETE CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	11.5	70.0	70.0	805	475	0.30
06	MURETE CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	11.5	70.0	70.0	805	480	0.30
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V'm promedio									0.32	(Kg/cm ²)

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycer@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1304A-23/ LEMS W&C
Solicitante : RENTERIA CABANILLAS LUIGGI GIANPIER
Proyecto / Obra : TESIS: "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 13 de Abril del 2023
Inicio de ensayo : Sabado, 15 de Abril del 2023
Fin de ensayo : Sabado, 13 de Mayo del 2023
Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.
Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Espesor om	Longitud om	Altura om	Área om ²	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²
01	MURETE CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	12.0	75.0	75.0	900	657	0.37
02	MURETE CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	12.0	75.0	75.0	900	665	0.37
03	MURETE CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	12.0	75.0	75.0	900	710	0.38
04	MURETE CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	12.0	75.0	75.0	900	655	0.36
05	MURETE CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	12.0	75.0	75.0	900	620	0.34
06	MURETE CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	12.0	75.0	75.0	900	680	0.38
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V'm promedio									0.38	(Kg/cm ²)

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo XXII Ensayo de Resistencia a Compresión de Pilas.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyoeirl.com

Solicitud de Ensayo : 1304A-23/ LEMS W&C
Solicitante : RENTERIA CABANILLAS LUIGGI GIANPIER
Proyecto / Obra : TESIS: "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 13 de Abril del 2023
Inicio de ensayo : Sabado, 15 de Abril del 2023
Fin de ensayo : Sabado, 13 de Mayo del 2023

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _{ts} (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	PILA CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	225	113	338	25313	3.00	25222	1.00	1.07	1.07	10.87
02	PILA CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	225	113	338	25313	3.00	22494	0.89	1.07	0.95	9.70
03	PILA CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	225	113	338	25313	3.00	24902	0.98	1.07	1.04	10.64
04	PILA CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	225	113	338	25313	3.00	24378	0.96	1.07	1.03	10.51
05	PILA CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	225	113	338	25313	3.00	23251	0.92	1.07	0.96	10.00
06	PILA CONVENCIONAL	15/04/2023	13/05/2023	28	225	113	338	25313	3.00	22759	0.90	1.07	0.96	9.81
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS, f _{mt} promedio												10.51	(Kg/cm ²)	

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C E.I.R.L.
WILSON CLAYA AGUILAR
TIC. EXPERTO EN MATERIAS Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 244994



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyoeirl.com

Solicitud de Ensayo : 1304A-23/ LEMS W&C
Solicitante : RENTERIA CABANILLAS LUIGGI GIANPIER
Proyecto / Obra : TESIS: "Evaluación de la resistencia y erosión en la elaboración de unidades de tierra reforzada adicionadas con diatomeas calcinadas y fibras de pseudotallo de plátano"
Ubicación : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 13 de Abril del 2023
Inicio de ensayo : Sabado, 15 de Abril del 2023
Fin de ensayo : Sabado, 13 de Mayo del 2023

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _{ts} (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	PILA CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	240	120	360	28800	3.00	32451	1.13	1.07	1.21	12.30
02	PILA CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	240	120	360	28800	3.00	33845	1.18	1.07	1.26	12.82
03	PILA CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	240	120	360	28800	3.00	31314	1.09	1.07	1.16	11.86
04	PILA CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	240	120	360	28800	3.00	33452	1.16	1.07	1.24	12.68
05	PILA CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	240	120	360	28800	3.00	35218	1.22	1.07	1.31	13.34
06	PILA CON ADICION DE DIATOMEAS Y FIBRA	15/04/2023	13/05/2023	28	240	120	360	28800	3.00	34992	1.22	1.07	1.30	13.26
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS, f _{mt} promedio												13.02	(Kg/cm ²)	

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C E.I.R.L.
WILSON CLAYA AGUILAR
TIC. EXPERTO EN MATERIAS Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 244994

Anexo XXIII Ficha Técnica de Diatomeas Calcinadas.



Imerys Diatomita México, S.A. de C.V.

José Antonio Torres No. 400 s/Colonia; General Andrés Figueroa, Jalisco, C.P.45765

Conmutador: (52 326) 434-2000 Fax: (52 326) 434 2067

Oficinas México: (52 55) 5279-9170 Fax: (52 55) 5279-9183

Technical Data

Celite 505™

TYPICAL PHYSICAL PROPERTIES

Color	Pink
Appearance	Powder
Origin	Plankton Fresh Water Diatomite
Description	Natural Product Calcined Filter Aid
Permeability, Darcys	0.09
Wet Density, g/L	307
lb/ft ³	19.2
325 Mesh Screen Residue, %	1.10
Median Cake Pore Size, Microns	2.7
pH	5.2
Specific Gravity	2.1
Moisture as shipped, %	0.5

TYPICAL CHEMICAL ANALYSIS, %

SiO ₂	91.4
Al ₂ O ₃	3.8
Fe ₂ O ₃	1.9
P ₂ O ₅	0.2
TiO ₂	0.2
CaO	0.6
MgO	0.2
Na ₂ O + K ₂ O	1.2

The typical physical or chemical properties of Imerys Diatomita Mexico products represent average values obtained in accordance with accepted test methods and are subject to normal manufacturing variations. They are supplied as a technical service and are subject to change without notice. Typical data shown above are considered accurate and reliable; no guarantee is given or intended.

January / 09 /2012

Anexo XXIV Análisis Químico de las Fibras de Pseudotallo de Plátano.



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DECANATO



Calle Juan XXIII N° 391 LAMBAYEQUE - PERÚ

Ciudad Universitaria Teléf. 074 283633

REPORTE DE ANÁLISIS N° 044 - FIQIA

1. DATOS DEL CLIENTE

a) Razón Social:

Luigi Rentería Cabanillas - DNI: 71323749

2. DATOS DE LA MUESTRA

Número de Muestras	Fecha de Toma de Muestra	Tipo	Matriz
01	29/08/2022	Fibras de pseudotallo de plátano	---

3. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Tipo de Análisis	Fecha de Análisis	Resultado (%)	Observaciones
Hemicelulosa	29/08/2022	8.83	-
Celulosa	01/09/2022	72.80	-
Lignina	01/09/2022	12.50	-

4. CONCLUSIONES

Los análisis fueron realizados siguiendo las normas vigentes, y se llegó a la conclusión que el pseudotallo de plátano contiene la siguiente composición química: hemicelulosa 8.83%, celulosa 72.80% y Lignina 12.50%.

Firma		Firma	
Analista	Ingrid Shilait Neciosup Burga	V°B°	Dr. César Augusto Monteza Arbulú
Fecha del Análisis		29 de Agosto - 06 de Setiembre del 2022	

Anexo XXV Inundación Simulada (Muro Convencional).

 USAT Universidad Católica Lambayeque	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	 USAT Universidad Católica Lambayeque																																																																																																																																			
DATOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN																																																																																																																																					
<p>NOMBRE DEL ENSAYO ENSAYO DE INUNDACION SIMULADA NORMA E.080</p> <p>NOMBRE DEL PROYECTO DE TESIS EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA Y EROSIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA ADICIONADAS CON DIATOMEAS CALCINADAS Y FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO</p> <p>TESISTA LUIGGI GIANPIER RENTERIA CABANILLAS Cod. Univ. 161TD63268</p> <p>UBICACIÓN DISTRITO DE LA VICTORIA, DPTO. DE LAMBAYEQUE</p> <p style="text-align: right;">FECHA DEL ENSAYO 26 DE MAYO DE 2023</p>																																																																																																																																					
DATOS DEL ENSAYO																																																																																																																																					
<p>EDAD DE LAS UNIDADES (TIEMPO DE CURADO) 28 días</p> <p>DOSIFICACIÓN DE DIATOMEAS CALCINADAS 0%</p> <p>DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLATANO 0%</p> <p>PERIODO CORTO DE INUNDACION (PCI)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e91e63; color: white;">DIMENSION POZA I</th> <th colspan="2" style="background-color: #e91e63; color: white;">Dimensiones Muro en contacto</th> <th colspan="2" style="background-color: #e91e63; color: white;">Volumen de agua (Poza)</th> </tr> <tr> <td>Ancho (m)</td><td>0.30 m</td> <td>Ancho prom (m)</td><td>0.12 m</td> <td>Area</td><td>0.27 m²</td> </tr> <tr> <td>Largo (m)</td><td>0.90 m</td> <td>Largo prom (m)</td><td>0.75 m</td> <td>H. Agua</td><td>0.17 m</td> </tr> <tr> <td>Altura (m)</td><td>0.25 m</td> <td>Altura prom (m)</td><td>0.75 m</td> <td>m³</td><td>0.046</td> </tr> <tr> <td>H. Agua (m)</td><td>0.17 m</td> <td>Area de contacto</td><td>0.09 m²</td> <td>Litros</td><td>45.90</td> </tr> </table> <p>CAPILARIDAD</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Dia</th> <th rowspan="2">Fecha</th> <th rowspan="2">Hora</th> <th rowspan="2">Tiempo o Transición</th> <th colspan="3">Capilaridad</th> </tr> <tr> <th>Lect (cm)</th> <th>ΔH (cm)</th> <th>ΔH Acum. (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>09:00</td><td>00:00:00</td><td>17.00 cm</td><td>0.00 cm</td><td>0.00 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>09:10</td><td>00:10:00</td><td>19.50 cm</td><td>2.50 cm</td><td>2.50 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>09:20</td><td>00:20:00</td><td>20.00 cm</td><td>0.50 cm</td><td>3.00 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>09:30</td><td>00:30:00</td><td>20.50 cm</td><td>0.50 cm</td><td>3.50 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>09:40</td><td>00:40:00</td><td>20.50 cm</td><td>0.00 cm</td><td>3.50 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>09:50</td><td>00:50:00</td><td>21.00 cm</td><td>0.50 cm</td><td>4.00 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>10:00</td><td>01:00:00</td><td>21.50 cm</td><td>0.50 cm</td><td>4.50 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>10:10</td><td>01:10:00</td><td>22.00 cm</td><td>0.50 cm</td><td>5.00 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>10:20</td><td>01:20:00</td><td>22.00 cm</td><td>0.00 cm</td><td>5.00 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>10:30</td><td>01:30:00</td><td>23.00 cm</td><td>1.00 cm</td><td>6.00 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>10:40</td><td>01:40:00</td><td>23.50 cm</td><td>0.50 cm</td><td>6.50 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>10:50</td><td>01:50:00</td><td>23.50 cm</td><td>0.00 cm</td><td>6.50 cm</td></tr> <tr><td>1</td><td>26/05/2023</td><td>11:00</td><td>02:00:00</td><td>24.00 cm</td><td>0.50 cm</td><td>7.00 cm</td></tr> </tbody> </table>			DIMENSION POZA I		Dimensiones Muro en contacto		Volumen de agua (Poza)		Ancho (m)	0.30 m	Ancho prom (m)	0.12 m	Area	0.27 m ²	Largo (m)	0.90 m	Largo prom (m)	0.75 m	H. Agua	0.17 m	Altura (m)	0.25 m	Altura prom (m)	0.75 m	m ³	0.046	H. Agua (m)	0.17 m	Area de contacto	0.09 m ²	Litros	45.90	Dia	Fecha	Hora	Tiempo o Transición	Capilaridad			Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH Acum. (cm)	1	26/05/2023	09:00	00:00:00	17.00 cm	0.00 cm	0.00 cm	1	26/05/2023	09:10	00:10:00	19.50 cm	2.50 cm	2.50 cm	1	26/05/2023	09:20	00:20:00	20.00 cm	0.50 cm	3.00 cm	1	26/05/2023	09:30	00:30:00	20.50 cm	0.50 cm	3.50 cm	1	26/05/2023	09:40	00:40:00	20.50 cm	0.00 cm	3.50 cm	1	26/05/2023	09:50	00:50:00	21.00 cm	0.50 cm	4.00 cm	1	26/05/2023	10:00	01:00:00	21.50 cm	0.50 cm	4.50 cm	1	26/05/2023	10:10	01:10:00	22.00 cm	0.50 cm	5.00 cm	1	26/05/2023	10:20	01:20:00	22.00 cm	0.00 cm	5.00 cm	1	26/05/2023	10:30	01:30:00	23.00 cm	1.00 cm	6.00 cm	1	26/05/2023	10:40	01:40:00	23.50 cm	0.50 cm	6.50 cm	1	26/05/2023	10:50	01:50:00	23.50 cm	0.00 cm	6.50 cm	1	26/05/2023	11:00	02:00:00	24.00 cm	0.50 cm	7.00 cm
DIMENSION POZA I		Dimensiones Muro en contacto		Volumen de agua (Poza)																																																																																																																																	
Ancho (m)	0.30 m	Ancho prom (m)	0.12 m	Area	0.27 m ²																																																																																																																																
Largo (m)	0.90 m	Largo prom (m)	0.75 m	H. Agua	0.17 m																																																																																																																																
Altura (m)	0.25 m	Altura prom (m)	0.75 m	m ³	0.046																																																																																																																																
H. Agua (m)	0.17 m	Area de contacto	0.09 m ²	Litros	45.90																																																																																																																																
Dia	Fecha	Hora	Tiempo o Transición	Capilaridad																																																																																																																																	
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH Acum. (cm)																																																																																																																															
1	26/05/2023	09:00	00:00:00	17.00 cm	0.00 cm	0.00 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	09:10	00:10:00	19.50 cm	2.50 cm	2.50 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	09:20	00:20:00	20.00 cm	0.50 cm	3.00 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	09:30	00:30:00	20.50 cm	0.50 cm	3.50 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	09:40	00:40:00	20.50 cm	0.00 cm	3.50 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	09:50	00:50:00	21.00 cm	0.50 cm	4.00 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	10:00	01:00:00	21.50 cm	0.50 cm	4.50 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	10:10	01:10:00	22.00 cm	0.50 cm	5.00 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	10:20	01:20:00	22.00 cm	0.00 cm	5.00 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	10:30	01:30:00	23.00 cm	1.00 cm	6.00 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	10:40	01:40:00	23.50 cm	0.50 cm	6.50 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	10:50	01:50:00	23.50 cm	0.00 cm	6.50 cm																																																																																																																															
1	26/05/2023	11:00	02:00:00	24.00 cm	0.50 cm	7.00 cm																																																																																																																															
																																																																																																																																					

ABSORCION

Dia	Fecha	Hora	Tiempo o Transicion	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. Agua Abs. (m ³)	Vol. Agua Abs. (L)	Vol. Agua Abs. Acum. (L)
1	26/05/2023	09:00	00:00:00	17.00 cm	0.00 cm	0.00000 m ³	0.00	0.00 lts
1	26/05/2023	09:10	00:10:00	14.50 cm	2.50 cm	0.00675 m ³	6.75	6.75 lts
1	26/05/2023	09:20	00:20:00	14.00 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	8.10 lts
1	26/05/2023	09:30	00:30:00	13.50 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	9.45 lts
1	26/05/2023	09:40	00:40:00	13.50 cm	0.00 cm	0.00000 m ³	0.00	9.45 lts
1	26/05/2023	09:50	00:50:00	13.00 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	10.80 lts
1	26/05/2023	10:00	01:00:00	12.50 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	12.15 lts
1	26/05/2023	10:10	01:10:00	12.00 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	13.50 lts
1	26/05/2023	10:20	01:20:00	12.00 cm	0.00 cm	0.00000 m ³	0.00	13.50 lts
1	26/05/2023	10:30	01:30:00	11.00 cm	1.00 cm	0.00270 m ³	2.70	16.20 lts
1	26/05/2023	10:40	01:40:00	10.50 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	17.55 lts
1	26/05/2023	10:50	01:50:00	10.50 cm	0.00 cm	0.00000 m ³	0.00	17.55 lts
1	26/05/2023	11:00	02:00:00	10.00 cm	0.50 cm	0.00135 m ³	1.35	18.90 lts



Anexo XXVI Inundación Simulada (Muro con la Mejor Dosificación).



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



DATOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL ENSAYO
 ENSAYO DE INUNDACION SIMULADA
NORMA E.080

NOMBRE DEL PROYECTO DE TESIS
 EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA Y EROSIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE TIERRA REFORZADA ADICIONADAS CON DIATOMEAS CALCINADAS Y FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLÁTANO

TESISTA
 LUIGGI GIANPIER RENTERIA CABANILLAS
Cod. Univ. 1617D63268

UBICACIÓN
 DISTRITO DE LA VICTORIA, DPTO. DE LAMBAYEQUE

FECHA DEL ENSAYO
 26 DE MAYO DE 2023

DATOS DEL ENSAYO

EDAD DE LAS UNIDADES (TIEMPO DE CURADO)
 28 días

DOSIFICACIÓN DE DIATOMEAS CALCINADAS
 0.50%

DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE PSEUDOTALLO DE PLATANO
 0.25%

PERIODO CORTO DE INUNDACION (PCI)

DIMENSION POZA II	
Ancho (m)	0.30 m
Largo (m)	0.90 m
Altura (m)	0.25 m
H. Agua (m)	0.17 m

Dimensiones Muro en contacto	
Ancho prom (m)	0.12 m
Largo prom (m)	0.75 m
Altura prom (m)	0.75 m
Area de contacto	0.09 m ²

Volumen de agua (Poza)	
Area	0.27 m ²
H. Agua	0.17 m
m ³	0.046
Litros	45.90

CAPILARIDAD

Dia	Fecha	Hora	Tiempo o Transición	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH Acum. (cm)
1	26/05/2023	09:00	00:00:00	17.00 cm	0.00 cm	0.00 cm
1	26/05/2023	09:10	00:10:00	18.00 cm	1.00 cm	1.00 cm
1	26/05/2023	09:20	00:20:00	19.00 cm	1.00 cm	2.00 cm
1	26/05/2023	09:30	00:30:00	19.50 cm	0.50 cm	2.50 cm
1	26/05/2023	09:40	00:40:00	20.00 cm	0.50 cm	3.00 cm
1	26/05/2023	09:50	00:50:00	20.50 cm	0.50 cm	3.50 cm
1	26/05/2023	10:00	01:00:00	21.00 cm	0.50 cm	4.00 cm
1	26/05/2023	10:10	01:10:00	21.00 cm	0.00 cm	4.00 cm
1	26/05/2023	10:20	01:20:00	21.50 cm	0.50 cm	4.50 cm
1	26/05/2023	10:30	01:30:00	22.00 cm	0.50 cm	5.00 cm
1	26/05/2023	10:40	01:40:00	22.50 cm	0.50 cm	5.50 cm
1	26/05/2023	10:50	01:50:00	22.50 cm	0.00 cm	5.50 cm
1	26/05/2023	11:00	02:00:00	22.50 cm	0.00 cm	5.50 cm
1	26/05/2023	11:50	02:50:00	22.50 cm	0.00 cm	5.50 cm



Tiempo vs Capilaridad en 2 horas y 50 minutos

ABSORCION

Dia	Fecha	Hora	Tiempo o Transicion	Absorcion				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. Agua Abs. (m3)	Vol. Agua Abs. (L)	Vol. Agua Abs. Acum. (L)
1	26/05/2023	09:00	00:00:00	17.00 cm	0.00 cm	0.00000 m3	0.00	0.00 lts
1	26/05/2023	09:10	00:10:00	16.00 cm	1.00 cm	0.00270 m3	2.70	2.70 lts
1	26/05/2023	09:20	00:20:00	15.00 cm	1.00 cm	0.00270 m3	2.70	5.40 lts
1	26/05/2023	09:30	00:30:00	14.50 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	6.75 lts
1	26/05/2023	09:40	00:40:00	14.00 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	8.10 lts
1	26/05/2023	09:50	00:50:00	13.50 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	9.45 lts
1	26/05/2023	10:00	01:00:00	13.00 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	10.80 lts
1	26/05/2023	10:10	01:10:00	13.00 cm	0.00 cm	0.00000 m3	0.00	10.80 lts
1	26/05/2023	10:20	01:20:00	12.50 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	12.15 lts
1	26/05/2023	10:30	01:30:00	12.00 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	13.50 lts
1	26/05/2023	10:40	01:40:00	11.50 cm	0.50 cm	0.00135 m3	1.35	14.85 lts
1	26/05/2023	10:50	01:50:00	11.50 cm	0.00 cm	0.00000 m3	0.00	14.85 lts
1	26/05/2023	11:00	02:00:00	11.50 cm	0.00 cm	0.00000 m3	0.00	14.85 lts
1	26/05/2023	11:50	02:50:00	11.50 cm	0.00 cm	0.00000 m3	0.00	14.85 lts

