

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON
MUCÍLAGO DE CACTUS PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE,
2021**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Presentado por:

Bachiller. Oscar Fidel Velarde Tello

Asesor:

Mg. Sleyther Arturo De La Cruz Vega

HUACHO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme permitido llegar a este momento tan especial en mi vida, por brindarme salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres que están presentes en cada meta alcanzada, gracias por sus enseñanzas que me han permitido ser una persona de bien y por todo su amor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi asesor, por la paciencia en todo el proceso de la elaboración de mi investigación.

A la Universidad Nacional José Sánchez Faustino Carrión y sus maestros por todo el conocimiento impartido.

Y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
ÍNDICE	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1.	12
1.2.	14
1.2.1.	14
1.2.2.	14
1.3.	14
1.3.1.	14
1.3.2.	14
1.4.	14
1.5.	16
1.6.	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1.	18
2.1.1.	18
2.1.2.	19
2.2.	22
2.2.1.	22

2.2.2.	23	
2.2.3.	25	
2.2.4.	27	
2.2.5.	28	
2.2.6.	29	
2.2.7.	29	
2.2.8.	30	
2.3.	31	
2.4.	32	
2.5.	33	
2.5.1.	33	
2.5.2.	33	
2.5.3.	34	
CAPÍTULO III METODOLOGÍA		36
3.1.	36	
3.1.1.	36	
3.1.2.	36	
3.2.	36	
3.2.1.	36	
3.2.2.	37	
3.3.	38	
3.3.1.	38	
3.3.2.	39	
3.4.	39	
3.5. Matriz de consistencia		41
CAPÍTULO IV RESULTADOS		42
4.1.	42	

4.2.	46	
CAPÍTULO V DISCUSIÓN		49
5.1.	49	
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53
6.1.	53	
6.2.	54	
REFERENCIAS		55
5.1.	55	
ANEXOS		61
Anexo 1 Instrumento de recolección de datos		61
Anexo 3 Ensayos de laboratorio		64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Composición de adobe en base a diversos autores</i>	26
Tabla 2 <i>Operacionalización de variables</i>	33
Tabla 3 <i>Ensayos al mucílago de cactus</i>	36
Tabla 4 <i>Ensayos al suelo</i>	36
Tabla 5 <i>Ensayos del adobe estabilizado</i>	36
Tabla 6 <i>Propiedades del suelo</i>	40
Tabla 7 <i>Propiedades fisicoquímicas del mucílago de cactus</i>	41
Tabla 8 <i>Resistencia al efecto de lluvia del adobe</i>	42
Tabla 9 <i>Correlación entre incorporación de mucílago de cactus y resistencia ante efecto de lluvia</i>	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Moldes empleados para fabricar formas de adobe. Izq. (trapezoide), Medio. (cilíndrico), Der. (cónico)	24
Figura 2 Mejoramiento de la resistencia del adobe	39

RESUMEN

La investigación se ha centrado en la búsqueda de materiales que permitan la mejora de la calidad y resistencia del adobe, por este motivo se estableció el siguiente objetivo general: Determinar el mejoramiento de la resistencia del adobe estabilizado con mucílago de cactus para efectos de lluvias, Lambayeque, 2021. La metodología expuso un tipo de investigación básica, con un diseño experimental, contando con el instrumento ficha de observación y ficha experimental. Los resultados señalaron que, la incorporación de mucílago de cactus al 3% ha generado un aporte significativo en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de adobe, debido a que se contó con una mejora del 21.78% para el caso de la carga admisible, una mejora del 166.67% para el caso de la lluvia simulada, en donde ello se vio complementado con una mejora del 100.00% para el caso de la resistencia a la inundación simulada. Mientras que, se concluyó que, dentro de las propiedades fisicoquímicas más representativas evidenciadas para el caso del mucílago de cactus, se halló un valor de PH de 4.4, la presencia de sales de NaCl y CaO, en donde la densidad de líquidos fue de 1.113 gr/ml y la viscosidad fue de 2.75 dl/gr.

Palabras clave: mucílago, cactus, adobe, lluvia, suelo

ABSTRACT

The research has focused on the search for materials that allow the improvement of the quality and resistance of adobe, for this reason the following general objective was established: To determine the improvement of the resistance of adobe stabilized with cactus mucilage for rain effects, Lambayeque, 2021. The methodology exposed a type of basic research, with an experimental design, with the instrument observation record and experimental record. The results indicated that, the incorporation of cactus mucilage at 3% has generated a significant contribution in the physical and mechanical properties of the adobe unit, due to the fact that there was an improvement of 21.78% in the case of the admissible load, an improvement of 166.67% for the case of simulated rain, where this was complemented with an improvement of 100.00% for the case of resistance to simulated flooding. While, it was concluded that, within the most representative physicochemical properties evidenced for the case of cactus mucilage, a PH value of 4.4 was found, the presence of NaCl and CaO salts, where the density of liquids was 1,113 gr / ml and the viscosity was 2.75 dl / gr.

Abstract: mucilage, cactus, adobe, rain, soil

INTRODUCCIÓN

La realidad de las construcciones actuales ha puesto en evidencia no solo la necesidad de incorporar diferentes materiales para la mejora de la calidad de las unidades de adobe, sino que ello ha sido consecuencia de la necesidad de la población por mejorar sus condiciones de seguridad y calidad de vida, acerca de las edificaciones sobre las que desarrollan sus actividades diarias.

En consecuencia, de ello, es que en el Perú se ha podido evidenciar que más del 27.90% de las viviendas suelen ser de adobe, siendo las más afectadas por los efectos del agua en general, principalmente por la lluvia y fenómenos naturales relacionados con la incidencia de esta. Por ese motivo, se ha contado con el siguiente problema de investigación ¿Cómo el mucílago de cactus mejorará la resistencia del adobe para efectos de lluvias, Lambayeque, 2021?

Los capítulos que conforman a la investigación fueron los siguientes:

Capítulo I Planteamiento del problema: Se vivenció una exposición acerca de la problemática que ha gobernado a la investigación.

Capítulo II Marco teórico: Se realizó la exposición de diferentes teorías e investigaciones relacionadas con las variables de estudio.

Capítulo III Metodología: Se expuso las características metodológicas sobre las que se ha desarrollado la investigación.

Capítulo IV Resultados: Se expresaron los hallazgos encontrados en la investigación

Capítulo V Discusión: Se realizó la comparativa entre los hallazgos presentes y el de otros autores.

Capítulo VI Conclusiones y recomendaciones: Ha estado relacionado con las recomendaciones hacia otros autores y los hallazgos definitivos distribuido por objetivo

Referencias

Anexos

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Los sistemas constructivos pasados, no solo han contado con el uso de fibras naturales de alta consistencia, las cuales han contado con propiedades únicas, que han estado relacionadas directamente con la resistencia, la flexibilidad y la facilidad de acceso por la población en general, en donde estas edificaciones fueron muy características de sitios culturales de alto valor histórico, siendo considerados hasta el día de hoy como patrimonio cultural. Sin embargo, la pérdida de la elaboración de estos mismos; así como, la carencia de las costumbres ancestrales debido a la aparición de novedosos sistemas constructivos, los cuales han sido una clara consecuencia de la industrialización y del desarrollo tecnológico, han desvalorizado los antiguos elementos de mampostería (Ríos, 2018).

Así mismo, el uso de los materiales como la tierra no solo han sido investigados de forma más integral alrededor del mundo, sino que se han intentado adicionar hacia este, diferentes tipos de estabilizantes, con la finalidad de poder mejorar sus propiedades físico mecánicas; así como, para poder compensar la serie de características con las que estos cuentan, en donde a causa de la búsqueda de una mayor cantidad de insumos o bien conocidos como estabilizantes, es que se ha intentado contar con el empleo de arena, agua estabilizada, arena, fibras naturales o estabilizantes naturales, los cuales han tenido que cumplir con dos requisitos principales, tales como: el contar con una mayoritaria facilidad de acceso y el mejorar las características del adobe (Laime, 2020).

En el Perú, la cantidad de viviendas hechas a base de adobe, de acuerdo al último censo desarrollado en el año 2017, ha expuesto que de un total 10 millones 102 mil 849 viviendas, más del 27.90% han contado con el material base adobe, en donde se ha llegado a demostrar que esta unidad de albañilería sigue siendo muy empleada en el Perú, no solo por la facilidad de acceso que tiene para la población, principalmente de la sierra, sino por el hecho de ser un material biodegradable y por contar con un costo bastante bajo, en comparación a materiales como el cemento o el ladrillo. Sin embargo, no se puede dejar de lado, el hecho de que este

tipo de materiales cuenta con una mayoritaria posibilidad de colapso ante la presencia de lluvias (Lozano y Valle, 2020).

En cuanto a estabilizantes naturales, se puede expresar que Nieto y Tello (2019), han desarrollado una investigación que ha centrado esfuerzos por demostrar cómo es que el empleo del mucílago de la penca de tuna puede llegar a mejorar las propiedades físico químicas del adobe, alcanzando costos por unidad de adobe de solo 1.38 soles, contando con resistencias que han superado en 25% a la resistencia habitual de la unidad de adobe convencional, con dosificaciones del 13% de reemplazo en volumen. A consecuencia de ello, es que se ha aperturado la posibilidad de aumentar indagaciones relacionadas con todas aquellas plantas de las que se puede obtener mucílago, tales como el cactus, el san pedro, entre otros insumos de fácil acceso para la población.

Dentro de la localidad de Lambayeque, en el año de 2017 esta se vio expuesta hacia el fenómeno del niño, en donde se contó con la presencia de más de 178 701 damnificados por la caída de sus viviendas, en donde más del 24.13% de las viviendas existentes dentro de toda la región, fueron fabricadas con el material base adobe o tapia, las cuales fueron las más afectadas por estas condiciones extremas, debido a la carencia de resistencia del adobe hacia la presencia de agua de lluvia, pudiendo expresarse en inundaciones y en el efecto de chorro de agua (Díaz y Puyén, 2019).

En base a lo expuesto, no solo se contó con la clara prevalencia de los insumos hechos a base de mucílago de cactus o de algún otro derivado de las plantas familia de las suculentas, sino que la demostración de beneficio de las propiedades físicas de las unidades de adobe, llega a representar un superlativo beneficio para el aumento del conocimiento respecto a este material; así como, la posibilidad de que muchas familias, que representan más del 20% de viviendas en la región, puedan mejorar sus viviendas con unidades estabilizadas, dando un mayor tiempo de resguardo ante la presencia de lluvia o de algún tipo de humedad prevalente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo el mucílago de cactus mejorará la resistencia del adobe para efectos de lluvias, Lambayeque, 2021?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es la composición del suelo en la fabricación del adobe?

¿Cuáles son las propiedades físico – químicas del mucílago de cactus?

¿Cuál es la resistencia al efecto de lluvia del adobe estabilizado con mucílago de cactus, Lambayeque, 2021?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Mejoramiento de la resistencia del adobe estabilizado con mucílago de cactus para efectos de lluvias, Lambayeque, 2021

1.3.2. Objetivos específicos

Analizar la composición del suelo en la fabricación del adobe

Evaluar las propiedades físico – químicas del mucílago de cactus

Determinar la resistencia al efecto de lluvia del adobe estabilizado con mucílago de cactus, Lambayeque, 2021

1.4. Justificación de la investigación

En cuanto a la justificación social de la investigación, el desarrollo de la presente investigación no solo contó con el principal beneficiario a la población misma que cuenta con viviendas de adobe, en la ciudad de Chiclayo, región Lambayeque, sino que las personas con bajos recursos económicos podrán contar con una mayoritaria posibilidad de construcción de viviendas seguras a base de adobe, entendiendo que el adobe es un material que no tiene un costo elevado en el mercado nacional, no superando el sol por cada unidad comprada. Así mismo, existe alta probabilidad de que, con una capacitación mercedada, se pueda aprender el desarrollo y la elaboración de adobe a gran escala. Mientras que, se puede

exponer que la población misma de la región Lambayeque, no solo requiere de unidades de albañilería que puedan ofrecerles garantías de calidad de vida, sino que permita que estos mismos puedan llegar a contar con viviendas de alta durabilidad, en donde no solo la afectación sísmica tiende a ser una condición prevalente dentro de la evaluación de resistencia de este tipo de unidades, sino que la afectación generada por el agua, generó que el norte del país pueda verse muy afectado, exponiendo de forma consecuente la carente capacidad resistente que se llega a tener por parte del material analizado.

Así mismo, desde el ámbito económico, es que la demostración de ventajas en la resistencia ante el efecto de lluvia de las viviendas construidas con adobe, mediante el uso de unidades estabilizadas con mucílago de cactus, permitió que se cuente con ahorros superlativos para las familias de menores recursos, en la región Lambayeque, que no pueden acceder hacia la construcción con concreto o con ladrillo. Además de ello, al ser un material que no requiere de gran capacidad técnica para su desarrollo y conformación, es que el costo del mismo es bastante bajo, en comparación al competidor principal, el ladrillo de arcilla, el cual cuenta con la misma composición que el adobe, pero se desarrolla por un proceso de cocción a altas temperaturas que le ofrece cierta condición de solidificación o vitrificación, en donde el costo comparado es de dos a cuatro veces más por cada unidad analizada individualmente.

Desde un aporte técnico, es que las demostraciones de mejora de la resistencia ante el efecto de lluvia de las unidades de adobe, permitió que estas tengan una empleabilidad y análisis técnico por demás expertos, con la intención de que maximice el conocimiento evidenciado en la presente investigación. A consecuencia de que se contó con la clara evidencia científica y técnica de que existió una posibilidad alta de que el adobe estabilizado por medio del mucílago de cactus pueda llegar a mejorar o aumentar la resistencia ante la acción del agua, es que se pudo promover la incorporación de este material y su estudio de una forma más técnica, en donde diferentes investigadores puedan llegar a incurrir en su evaluación en propiedades físico – mecánicas, en conjunción con propiedades químicas, con la intención de establecer un aporte mayoritario hacia la mejora en el rubro de la tecnología de los materiales.

Mientras que, desde el ámbito metodológico y teórico, se recurrió al empleo de instrumentos de recolección de datos validados por medio de juicio de expertos o ficha técnica, en donde se contó con la demostración de calidad de la información recolectada; mientras que ello, se vio complementado con la exposición de teorías relacionadas con las variables de estudio, con la finalidad de poder evidenciar la existencia de estas mismas.

1.5. Delimitación de la investigación

En cuanto a la delimitación de la investigación, se contó con cuatro delimitaciones: tiempo, objeto de estudio, variables de investigación y ubicación geográfica, en donde la investigación se desarrolló en el periodo anual 2021, en la ciudad de Chiclayo, región Lambayeque, calle las palmeras N°130 llegando a contar con la evaluación de las unidades de adobe. Así mismo, las variables de estudio analizadas serán el mucílago de cactus y el mejoramiento de la resistencia del adobe para efectos de lluvia.

1.6. Viabilidad de la investigación

La investigación contó con viabilidad económica, debido a que el investigador se hizo cargo de la totalidad de gastos en los que se incurrió para la fabricación de las unidades de adobe; así como, de la elaboración del mucílago de cactus, incluyendo dentro de ello, al desarrollo de las pruebas de demostración de resistencia ante el efecto de lluvia. Además de ello, se contó con viabilidad de acceso hacia los insumos planteados, en donde la región de Lambayeque se ha caracterizado por contar con zonas desérticas en donde prevalece la existencia de cactus; así como, un mercado modelo en donde se pudo encontrar este insumo de forma fácil y a bajo costo, contando con suelos empleados por los pobladores locales para la fabricación de adobe, tales como los suelos de Motupe, Mórrope o Jayanca, entre otros. Mientras que, se contó con el acceso hacia la información con un periodo máximo de antigüedad de 5 años, siendo artículo científico, tesis de pregrado, tesis de posgrado y/o libros.

Además de ello, es que la indagación contó con viabilidad económica, debido a que la posibilidad de establecer un material que no solo sea barato, sino que pueda ser incorporado y mejorar de forma consecuente, la resistencia de la unidad de adobe hacia la acción del agua de lluvia, permitió la mejora de la calidad de vida

de la población nacional y principalmente la población del norte del país o de la sierra que aún siguen empleando a las unidades de adobe, a consecuencia de haberse caracterizado por mantener una condición socioeconómica baja o por temas culturales, en donde se permitió aumentar en estos las garantías de calidad de vida y garantías de seguridad, en donde los beneficios del presente estudio, estuvieron centrados en la plena demostración técnica y científica del efecto positivo que puede llegar a tener en la unidad de adobe, la aplicación del mucílago de cactus para poder contrarrestar el efecto de la acción de agua de lluvia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Mejía (2018), Ecuador, en su investigación “Bloques de tierra comprimida con agregados de residuos de construcción y demolición como sustitución de los agregados tradicionales en la ciudad de Saraguro, Loja, Ecuador”, de la carrera profesional Arquitectura, se planteó como objetivo general, el analizar las características de los bloques de tierra comprimida mejoradas por la incorporación de residuos de construcción y demolición en suelos de la localidad de Loja. La metodología se caracterizó por haber sido de diseño experimental, en donde se contó con una muestra conformada por 5 unidades de muestreo, habiendo recolectado los datos por medio de las fichas documentales y fichas de observación. Los resultados expusieron que, la incorporación de material de construcción y demolición no solo ha mejorado significativamente la calidad de los bloques, sino que los ha vuelto en elementos mucho más resistentes. Ante ello, se concluyó que la mejora en resistencia a la cortante fue del 10% y la mejora en la resistencia a la compresión fue del 19%, mediante la consideración de 25% de reemplazo en peso de los residuos de construcción y demolición.

Montenegro (2019), Ecuador, en su investigación “Caracterización del adobe reforzado con fibras naturales y artificiales para la recuperación de construcciones tradicionales en la Comuna de Zuleta”, de la carrera profesional de Arquitectura, se plantearon como objetivo general, el caracterizar al adobe reforzado mediante la incorporación de fibras naturales y artificiales, con la intención de poder mejorar sus características físico-mecánicas en los suelos de la Comuna de Zuleta. La metodología se caracterizó por haber sido de tipo básico, con un diseño transversal y experimental, en donde se contó con un total de 3 muestras por cada porcentaje de reemplazo, tales como el 20%, 30% y 50% de adición de fibras naturales, recolectando los datos por medio de las fichas

de observación. Los resultados señalaron que la mejora en cuanto a la capacidad de resistir los esfuerzos a compresión fue de 3.31 Mpa, en comparación al valor de 2.50 Mpa que fue alcanzado por medio de los ensayos a la compresión de adobes convencionales. Mientras que, se concluyó que, el porcentaje óptimo de reemplazo de fibras naturales fue del 20%, tomando como punto de apoyo a la normativa vigente para establecer los procedimientos de diseño y de realización de unidades de albañilería con suelo.

Arteaga y Loja (2018), Ecuador, en su investigación “Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica”, de la carrera profesional de Arquitectura, se plantearon como objetivo general, el diseñar adobes estabilizado mediante la incorporación de mezcla asfáltica. La metodología se caracterizó por haber sido de diseño no experimental, con un tipo de investigación básica, en donde se contó con los siguientes porcentajes de reemplazo: 2.50%, 5.00%, 7.50% y del 10.00%, en donde se estableció la recolección de datos por medio de las fichas de observación y de fichas experimentales que se aplicaron en laboratorio al momento de realizar los ensayos. Los resultados señalaron que, la mejora de la resistencia a la compresión fue del 62.28% cuando se estableció la incorporación de 10% de emulsión asfáltica. Así mismo, se concluyó que, ha existido una relación directamente proporcional y con un valor de sigma de 0.000 que ha permitido evidenciar la existencia de esta relación entre la incorporación de estabilizante y la resistencia a la compresión desarrollada.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Vilcas (2019), Huancayo, en su investigación “Comparación de los resultados de ensayos físico mecánicos realizados a bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición en Sudamérica”, de la carrera profesional Ingeniería Civil, se planteó como objetivo general, el comparar los resultados físico-mecánicos que se obtuvieron en el ensayo de bloques de tierra comprimida, mediante la adición de residuos de construcción y demolición en Sudamérica. El tipo de investigación fue el básico, con un diseño descriptivo y transversal, en

donde se contó con una muestra conformada por 28 unidades de adobe, recolectando la información por medio de las fichas de observación y realizando la experimentación suficiente como para poder demostrar la mejora en los elementos de estudio. Los resultados señalaron que, el 22% de los adobes mejorados, contaron con una capacidad de absorción elevada, en comparación con especímenes de adobe convencionales. Así mismo, se concluyó que la resistencia a la compresión de las unidades de adobe estabilizadas fue de 2 Mpa, habiendo alcanzado una mejora del 23% respecto a adobes convencionales.

Alfaro (2019), Huancayo, en su investigación “Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca – Jauja”, de la carrera profesional Ingeniería Civil”, se planteó como objetivo general, el analizar la mejora de las propiedades del adobe, mediante el uso de fibras sintéticas de polipropileno, del suelo de la localidad de Jauja. La metodología se caracterizó por haber sido de diseño descriptivo y tipo aplicada, en donde se estableció la toma de datos de 5 unidades de muestreo por cada porcentaje de reemplazo, contando con valores de adición del 0.25%, 0.50% y 0.75%, en donde la información fue recolectada por medio de fichas experimentales. Los resultados señalaron que, la resistencia a la compresión del adobe estabilizado fue del 24.32 kg/cm², en relación con los 16.61 kg/cm² que fueron alcanzados por las unidades de adobe convencionales. Además de ello, se concluyó que la mayor ventaja que se alcanzó correspondió hacia la resistencia a la erosión en unidades estabilizadas, no dejando de lado la capacidad de resistir a la flexión, la cual se encontró entre los valores de 9.80 kg/cm² a 12.74 kg/cm².

Sernaqué (2020), Piura, en su investigación “Elaboración de bloque de tierra comprimida (BTC) con adición de residuos de construcción y demolición (RCD) como material de construcción sostenible en la ciudad de Piura_2020”, de la carrera profesional Ingeniería Civil, planteó como objetivo general, el analizar las propiedades del adobe estabilizado mediante la incorporación de residuos de construcción y demolición, con la intención de evaluar la consideración de este mismo para el desarrollo

de una ciudad sostenible. La metodología se caracterizó por haber sido de diseño de diseño experimental, en donde el tipo de indagación fue básica, recolectando los datos por medio de las fichas de observación y contando con una muestra conformada por 8 bloques de muestreo, en donde el instrumento de recolección de datos fue la ficha de observación. Los resultados señalaron que mediante la incorporación del 15% de residuos de construcción y demolición consiguieron una optimización del 20% de resistencia a la compresión, en donde se estableció que la dosificación adecuada fue del 15% de cemento y del 65% de arena. Además, se concluyó que, la incorporación de RCD y de cemento hacia la mezcla, en porcentajes de 15%, aumentaron la resistencia a la unidad hacia los 52 kg/cm².

Sánchez (2020), Pimentel, en su investigación “Análisis comparativo de adobe convencional y adobe estabilizado con cemento con fines constructivos”, de la carrera profesional Ingeniería Civil, planteó como objetivo general, el realizar un análisis comparativo entre el adobe convencional y el adobe estabilizado mediante la incorporación de cemento con la finalidad de evaluar la evolución de sus propiedades en el ámbito de la construcción. La metodología se caracterizó por haber sido de diseño no experimental, en donde se contó con un nivel de investigación descriptiva, recolectando los datos por medio de las fichas de observación, considerando de forma consiguiente 3 unidades de muestreo en los siguientes porcentajes de reemplazo: 4%, 8%, 10% y 12%. Los resultados señalaron que el porcentaje de mejora óptima fue alcanzado en cuanto a las propiedades físico – mecánicas, por el 4% de reemplazo, contando mejoras en la resistencia a la compresión y ala cortante. Mientras que, se concluyó que los límites de Attemberg expusieron una mejora en la calidad del suelo, la cual se encontró relacionada directamente con una mejora en la consistencia del suelo y de forma consecuente, con la trabajabilidad de este, de igual forma, se demostró que la resistencia a la compresión que se alcanzó fue del 25% mediante la incorporación del estabilizante analizado.

Díaz y Puyén (2019), Chiclayo, en su investigación “Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando

jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro”, de la carrera profesional Ingeniería Civil Ambiental, plantearon como objetivo general, el evaluar la resistencia del adobe estabilizado mediante la acción del agua, en cuanto a la adición de jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro. La metodología se caracterizó por haber sido de diseño experimental y tipo básica, con una muestra conformada por un total de 16 unidades de muestreo de suelo de la ciudad de Túcume, en donde la recolección de datos fue realizada por medio de fichas experimentales y fichas de observación, contando con porcentajes de reemplazo del 3%, 6%, 9% y del 12%. Los resultados señalaron que el impacto ambiental que generaron estas unidades de adobe fue de 399 positivamente, en donde la mejora de la compresión que se alcanzó fue del 15%. Así mismo, se concluyó que una de las formas más eficientes de poder incurrir en el uso de unidades de adobe naturales y con adecuadas capacidades físico – mecánicas, fue mediante la incorporación de 6% de mucílago de cactus de san pedro y un 3% de jabonato de alumbre.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Unidad de albañilería

Se define a estas unidades empleadas en la albañilería bajo lo establecido en la norma E 070, para los ladrillos de concreto o fabricados con cal y sílice, también entran dentro de esta categoría a los bloques de arcilla cocida. Estas unidades pueden tener diferente estructura, teniendo de formas tubulares, alveolares, sólidas y hasta huecas (Bravo et al., 2019)

Entonces, estas unidades pueden estar fabricadas de diferente material (arcilla, silicio, cal y hasta de concreto) y pueden fabricarse con diferente estructura, dependiendo de lo que se requiera en la construcción. Estas unidades están referidos especialmente a los ladrillos, porque son la principal unidad de construcción en la urbe (Catalán et al., 2019).

Sin embargo, también incluye al adobe por ser el precursor del ladrillo, pero a diferencia del ladrillo, este no logra experimentar las modificaciones fisicoquímicas que presenta en el proceso de cocción.

Dentro de lo explicado, se puede clasificar a las unidades con respecto a su composición, teniendo (Claudio et al., 2019):

- Albañilería de arcilla
- Albañilería de sílice-cal
- Albañilería de concreto
- Albañilería con tierra

La primera se refiere a los ladrillos construido a base de arcilla, siendo estos los más comerciales y empleados en diversas construcciones. Esta debe estar conformada por un nivel superior del 30% de arcilla, porque de lo contrario, presenta problemas de moldeo por la falta de plasticidad obtenida de la mezcla (Holguino et al., 2018).

Por otro lado, los ladrillos de sílice-cal presenta una composición conformada por agua + arena fina natural + cal. A diferencia de la anterior, tiene una ventaja que se encuentra la cara del asiento superior, dado que, no se llegan a evidenciar perforaciones en esa zona, evitando la pérdida de material por la merma en el mortero (Khurram et al., 2018).

Los bloques de concreto tienen la ventaja de ser más compactos, mayor rendimiento en superficie (m²) y son prefabricados, por lo que son la alternativa más popular a los ladrillos de arcilla. Por último, el adobe que representa a la albañilería de tierra contiene básicamente tierra y otros elementos que permiten mejorar ciertos aspectos como: resistencia a la compresión, estabilidad, durabilidad, etc. Uno de esos materiales extra es la paja, que permite incrementar el grado de estabilidad ante la humedad (Mojica, 2019).

2.2.2. Adobe

Este compuesto se ha empleado en diversas construcciones, y era la unidad básica para las edificaciones realizadas con tierra en muchas partes del mundo, con estos se podía realizar techos, paredes y hasta muros. Por su misma antigüedad, es que ha sufrido de diversas modificaciones para mejorar sus características como la resistencia, durabilidad, capacidad para

soportar la humedad entre otras. Esto llevo al desarrollo y existencia de adobe estabilizado (Moyano et al., 2017).

Por ser un elemento antiguo, muchos autores han sostenido que su nombre viene puede tener diversos significados, todos relacionados al uso de la tierra, entre los que se tiene: “masa de barro”, “tierra despojada de impurezas”, “masa de tierra arcillosa”. Sin embargo, estos términos no logran definir de manera adecuada lo que significa adobe, dado que, el término “tierra” puede fácilmente a interpretarse como aquella porción de masa inorgánica desmenuzable que se encuentra en el suelo, mientras que el adobe si recibe un tratamiento con el fin de ser capaz de ser un elemento estructural y soportar cargas (Muñoz et al., 2019).

Según lo establecido en la norma E.800 de Diseño y Construcción, se entiende al adobe como la masa de tierra en estado macizo que se ha modificado mediante el agregado de diversos componentes para mejorar sus capacidades estructurales, y destinado su uso hacia la construcción. Por este motivo, la definición de masa de barro queda muy limitada para especificar la complejidad que significa designar a un componente hecho de tierra como adobe.

Además, cabe especificar, que la tierra no es la misma en todos lados, dependiendo de la zona de estudio, la tierra puede tener diversos componentes que le den diversas propiedades. Es por este motivo, que se han desarrollado métodos para reducir las impurezas de la tierra para conseguir una composición estable, así como, se han fabricado moldes para fabricar con mayor facilidad formas de adobe, llegando a usar moldes cónicos, cilíndricos, trapezoidales, etc. Estas formas se presentan en la figura siguiente (Pacheco et al., 2017).

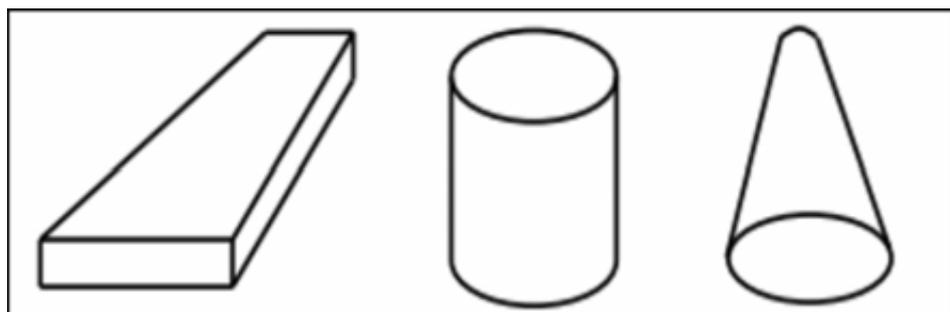


Figura 1 Moldes empleados para fabricar formas de adobe. Izq. (trapezoide), Medio. (cilíndrico), Der. (cónico)

Fuente: Palencia et al. (2017)

Estas estructuras deben mantener una relación adecuada entre sus dimensiones (altura / longitud) para de este modo se pueda garantizar el traslape en ambos ejes (horizontal y vertical). En base a esto, se establecen límites de relación entre ambos lados y altura de la forma prismática que se tenga, estas son (Palencia et al., 2017)

- El largo no debe ser superior al doble del ancho.
- La relación entre el largo y altura debe ser de 4:1.
- La altura debe estar entre 8 a 10 cm.
- Las dimensiones de longitud y ancho no deben superar los 40 cm.

Dentro de las especificaciones dadas, un adobe de forma rectangular tiene una dimensión adecuada de 25 x 35 x 10 cm, y una de forma cuadrada con las dimensiones de 38 x 38 x 8 cm. Además, se recomienda estrictamente cumplir con la normativa E.080. La relación expuesta en el segundo ítem permite un adecuado traslape horizontal en base a la proporción 2:1.

2.2.3. Componentes del adobe

Como se mencionó anteriormente, el adobe está conformado principalmente por tierra, pero contiene otros elementos. Principalmente, se establecen tres componentes: suelo y agua.

Agua: es el elemento que permite la mezcla de la tierra en conjunto con los estabilizantes. Además, también sirve para la elaboración de los estabilizantes, por lo que su uso es indispensable si se desea fabricar adobe o realizar ensayos con respecto al nivel de composición (Ríos, 2018).

Suelo: principal materia prima empleada en la fabricación del adobe, compuesta por tres fases que son los estados de la materia del suelo: gaseosa, líquida, mineral. La más importante es la mineral, ya que es la que contiene la mayor cantidad de partículas en un volumen reducido, y es estudio de la granulometría. Mientras que, los otros dos se establecen como

los espacios vacíos que quedan entre las partículas minerales. Según la granulometría, se establecen cuatro tipos en base a su composición: arcilla, limo, arena y materia orgánica. Aun así, no existe una regla clara que defina la composición exacta del adobe, esto se evidencia mejor en la tabla siguiente, que muestra la composición de acuerdo con las investigaciones de varios autores (Laime, 2020).

Tabla 1

Composición de adobe en base a diversos autores

AUTOR/FUENTE	ARCILLA	LIMO	ARENA	M.O.
Bush (1984, USA)	20%	15%	65%	--
Bengtsson y Whitaker (1986, Roma)	10-30%	10-40%	40-80%	0-0.3%
Barrios et al. (1986, España)	35-45%		55-65%	--
Smith et al. (1989, USA)	15-45%		55-85%	--
Doat et al. (1991, Francia)	15-18%	10-28%	55-75%	<3%
Morales et al. (1993, Perú)	25-45%		55-75%	--
Norma E.080 (2000, Perú)	10-20%	15-25%	55-70%	0%
Ducman et al. (2004, USA)	30%	--	--	--
Aguilar (2008, México)	20-30%	--	60%	--
Saroz et al. (2008, Cuba)	>15%	--	--	--
Vélez (2010, Venezuela)	20%	--	80%	--

Fuente: Palencia et al. (2017)

2.2.4. Fabricación del adobe

La fabricación debe ser realizada por un especialista, dado que, se presentan riesgos al manipular estos materiales y se requiere de una

concentración de materiales adecuada para realizar los estudios. Asimismo, los ensayos realizados al adobe se realizan por una persona especializada y capacitada en el manejo de los equipos para el ensayo, y la lectura de los resultados obtenidos. En los estudios se suelen establecer porcentajes de composición del adobe, en este caso, se han seleccionado 8 porcentajes (Nieto y Tello, 2019).

El procedimiento para la fabricación del adobe consistió en los siguientes pasos:

1. Realizar estudio de suelo.
2. Remojar la tierra.
3. Añadir pajilla de arroz.
4. Añadir agua con estabilizante (mucilago de cactus) a las gaberás.

En primer paso consiste en realizar un estudio al suelo de diversas zonas de la región Lambayeque para determinar el suelo adecuado para la elaboración del adobe. Se seleccionó el suelo ubicado en Túcume, por sus propiedades. El segundo paso consiste en remojar la tierra en agua potable obtenida durante un día, para que pueda ser trabajable. En el tercer paso, se añade pajilla de arroz para aumentar la adherencia de la tierra. Y finalmente se añade agua combinada con el mucilago en los porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12%, en unas gaberás de dimensiones 30 x 20 x 10 cm.

2.2.5. Morteros

El mortero es una mezcla en estado líquido de consistencia espesa que se aplica entre dos unidades de albañilería para unir las, de modo que quede una estructura consistente y estable (asegurar la unión vertical y horizontal). Entonces, es la mezcla de agua y aglomerante, dependiendo de su composición se denomina pasta o lechada, siendo la primera cuando existe mayor cantidad de aglomerante que agua, y la segunda cuando existe mayor porcentaje de agua que aglomerante. El primero tiene la propiedad de ser más consistente, y se establece cuando el volumen de agua empleada para el amasado es equivalente al volumen de los huecos de aglomerante

disuelto; cuando se sobrepasa esa relación se obtiene una mezcla más fluida y seca (lechada) (Lozano y Valle, 2020).

2.2.6. Distritos de Lambayeque que fabrican adobes

En el departamento de Lambayeque cuenta con arquitecturas realizadas desde la época prehispánica, construcciones históricas como las huacas que se construyeron con adobe. Entonces, en base a esto y al aspecto comercial se han seleccionado tres provincias que fabrican adobes: Mochumí, Túcume e Íllimo. En el caso de Mochumí, los mismos pobladores emplean el suelo para la construcción de sus viviendas, teniendo un costo del millar de adobe de aproximadamente 250 nuevos soles. Mientras en Túcume, el millar tiene un costo aproximado de 240 soles y en Íllimo, el costo de adobe es el mismo que en Mochumí. En el caso de los tres mencionados, los mismos pobladores de la zona emplean el suelo de la zona para la fabricación de su propio adobe, mientras que existen mayor comercio en Túcume y Mochumí, a diferencia de Íllimo donde se cuenta con solo un propietario que se dedica a la elaboración de bloques de albañilería (Díaz y Puyen, 2019).

2.2.7. Mucílago de cactus

Estabilizante: son elementos que brindan de propiedades nuevas o mejoradas al adobe. Existen muchos que se han probado en ensayos de laboratorio, como es el caso del mucílago de cactus de San Pedro, la planta tuna, el jabonado de alumbre, entre otros. Este estabilizante mencionado, en particular, proporciona propiedades impermeables al adobe, aunque se debe analizar el nivel de composición de este para mantener las propiedades mecánicas del cuerpo y mejorar las propiedades impermeables (Mejía, 2018).

De todos los mencionados, el mucilago de cactus con nombre científico *Echinopsis Pachanoi*, no se ha estudiado a detalle como estabilizante del adobe, aunque si forma parte de la familia de las plantas cactáceas de las que forma parte la tuna. Esta se ha empleado en diversos estudios de permeabilidad del adobe, teniendo un comportamiento similar al que

presenta el uso de asfalto de adobe que es el elemento más recurrente empleado para incrementar las propiedades impermeables.

Otros estudios relacionados con el uso de mucilago han sido los de Canales (), con el uso de nopal en vez de cactus, y la investigación de Benites (), empleando extracto de cabuya; siendo estas plantas parte de la familia de las suculentas. Así que, se emplean los procedimientos utilizados en las investigaciones para la obtención del mucilago y su aplicación en el adobe. Esta metodología consiste en la recolección de la planta con más de dos años de antigüedad, las que se procederá a lavar con agua mientras se les quita las espinas u otros componentes que no se requieran. Cuando se termine de lavar, se cortará en pedazos pequeños que se colocarán en una cubeta con agua de aproximadamente 19 litros con una dosificación en relación 1:2 en peso, que se expondrá a la temperatura ambiente en un periodo de 24 horas (Montenegro, 2019).

Luego, se agregará etanol en una relación de 1:3 para poder realizar la separación del precipitado (baba de cactus) de la mezcla. Asimismo, se realiza una segunda filtración para eliminar las impurezas y el resto de solvente empleando una estudia a 70°C por un periodo de 16 horas. Finalmente, el mucilago pasa por un proceso de molienda para obtener mucilago seco, el cual se tritura en un mortero hasta obtener un polvo blanquecino fino.

2.2.8. Normativa legal vigente

En este apartado, se presentan las normas establecidas para la construcción empleando adobe, teniendo:

Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada: de carácter obligatorio en toda construcción que se realice en el Perú, con respecto al uso de tierra reforzada como es el caso del adobe. Establece principalmente las propiedades y características que debe tener el adobe empleado en la construcción, con el fin de asegurar la estabilidad, seguridad de la edificación y la prevención de los desastres, siguiendo la filosofía del diseño de sismo resistente (Ministerio de Vivienda, 2017).

Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.070 Albañilería: a diferencia de la anterior, esta norma establece la referencia de investigación para el adobe, indicando los ensayos y la naturaleza de los materiales para la fabricación del adobe. Además, que complementa la información de la norma E.080 (Ministerio de Vivienda, 2016).

También se tiene las normas establecidas para los métodos de ensayos empleando para el análisis del adobe, las cuales son:

NTP 339.217: 1998 – empleado para determinar el contenido (%) de humedad de un suelo (Normas técnicas peruanas, 2017).

NTP 339.128: 1999 –para el análisis granulométrico del suelo, empleando el tamizado y la sedimentación (Normas técnicas peruanas, 2017).

NTP 339.129: 1999 –para determinar los límites (líquido/plástico) y el índice de plasticidad del suelo (Normas técnicas peruanas, 2017).

NTP 339.131: 1999 – para determinar el peso específico relativo de las partículas solida de un suelo empleando el picnómetro (Normas técnicas peruanas, 2017).

NTP 339.152: 2002 – para determinar del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas (Normas técnicas peruanas, 2017).

NTP 339.613: 2017 – establece los métodos de muestreo empleados en los ladrillos de arcilla usados en albañilería (Normas técnicas peruanas, 2017).

ASTM C 29/ C 29M -97 – para determinar la densidad bruta (peso unitario) y vacíos en los agregados (Normas técnicas peruanas, 2017).

2.3. Bases filosóficas

El hombre desde la concepción filosófica es considerado como la base de la sociedad, entendiendo que este es el generado de cualquier construcción dentro del ámbito de la prevalencia de la condición de ser humano y de forma consecuente, es entendido de acuerdo con lo establecido por la Teoría de Hayek, como el argumento fundamental de la concepción de sociedad, el cual cuenta con

la posibilidad de rechazar o conformar al sujeto dentro de una vivienda como tal (Gudiño et al., 2019).

Así mismo, la concepción filosófica de vivienda tiene que ver directamente como aquel establecimiento o lugar en donde la persona vive y se desarrolla, dentro de la intención de que esta establezca el desarrollo de sus actividades diarias, en donde pueda salvaguardar sus pertenencias y que este cuente con la seguridad plena para garantizar su calidad de vida, tanto física como filosófica en donde se pueda contar con el desempeño de las conductas domésticas (Gudiño et al., 2019).

Además de ello, la vivienda consiste en un conjunto de paredes estructuradas de forma sistemática y al azar en cuanto a la conformación de una estructura física de vivienda, que se encuentre adaptada hacia el logro de actividades, de entre las más grandes a las más pequeñas, en donde la adaptación no solo sea oportuna (Gudiño et al., 2019).

2.4. Definición de términos básicos

Agua: Cumple con un papel fundamental dentro del desarrollo de la unidad de adobe, debido a que esta permite que se establezca la unión entre los diferentes elementos que conforman al suelo, en la posibilidad de establecer la acción de estabilizantes sobre esta capacidad (Claudio et al., 2019).

Estabilizante: Es aquel elemento o insumo que puede agregarse al suelo, con la intención de que mejore alguna de sus propiedades físico-mecánicas, como unidad conformada de adobe (Holguino et al., 2018).

Interacción suelo – estabilizante: Es la relación o comportamiento que llega a tener un determinado componente, cuando entra en contacto directo con el suelo, debido a su composición química y mineralógica (Moyano et al, 2017).

Mortero: Es una mezcla aglomerante que cuenta con consistencia normal, teniendo como principal función la de garantizar la unión de las unidades de albañilería (Mojica, 2019).

Mucílago de cactus: Es considerado como mucílago a aquel subproducto del cactus, el cual cuenta con características de pesadez y alta humedad (Khurram et al., 2020).

Suelo: Es la materia prima empleada para la fabricación del adobe, con la cual se conforma a la unidad misma y se realiza el mortero de barro, conformado por tres fases principales, tales como: la fase mineral, líquida y gaseosa (Catalán et al., 2019).

Unidad de adobe: El adobe es definido como aquella concentración de tierra con una forma determinada, la cual cuenta con capacidades relacionadas con la resistencia y/o durabilidad ante la exposición de carga (Bravo et al., 2019).

2.5. Formulación de la hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

La incorporación de mucílago de cactus al adobe mejorará su resistencia ante efectos de lluvia, Lambayeque, 2021

2.5.2. Hipótesis específicas

La composición del suelo en la fabricación del adobe tendrá las características adecuadas para poder fabricar una unidad de alta resistencia y durabilidad

Las propiedades físico – químicas del mucílago ofrecerán mejoras a las unidades de adobe en la resistencia al efecto de lluvia

La resistencia al efecto de lluvia del adobe estabilizado con mucílago de cactus, Lambayeque, 2021, mejorará en más del 20%

2.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Muestra	Metodología	Procesamiento de la información
<p>Variable independiente Mucílago de cactus</p>	<p>El mucílago de cactus es conceptualizado como aquel producto obtenido del cactus, se caracteriza por sus propiedades, como la sustancia de alta viscosidad semejante a la goma que se obtiene del tallo del cactus echinopsis pachanoi, además posibilita el aislamiento al agua sobre la superficie que establezca (Díaz y Puyen, 2018).</p>	<p>La variable de estudio se ha centrado en el estudio de las propiedades fisicoquímicas del mucílago de cactus, en donde la recolección de datos fue realizada por medio de las fichas de observación y las fichas experimentales.</p>	<p>Propiedades fisicoquímicas</p>	<p>% / PH / g/cm³</p>	<p>Los porcentajes de adición que se asumirán corresponderán a los siguientes: 3% / 6% / 9% de acuerdo con lo recomendado por Díaz y Puyen (2018)</p> <p>1 unidad de muestreo para el mucílago de cactus</p> <p>Determinación del PH</p> <p>Contenido de sales (cloruros y sulfatos)</p> <p>Determinación de la densidad de líquidos</p> <p>Determinación de la viscosidad</p>	<p>Tipo Básica Diseño Cuasi experimental Enfoque Cuantitativo Cualitativo</p>	<p>Fichas de observación Fichas experimentales</p>
<p>Variable dependiente Resistencia del adobe</p>	<p>La resistencia del adobe estabilizado ante los efectos de lluvia es definida como aquella composición a base de agua, paja y tierra, la cual hace que su consistencia</p>	<p>La variable de estudio se ha centrado en estudiar a la composición del suelo y la resistencia al efecto de la lluvia,</p>	<p>Composición del suelo</p>	<p>Kg/m³ %</p>	<p>1 unidad de muestreo para el suelo convencional</p> <p>Resistencia a la rotura después de dos días (Ensayo de la bolita de tierra)</p> <p>Peso específico</p>	<p>Tipo Básica Diseño Cuasi experimental Enfoque Cuantitativo</p>	<p>Fichas de observación Fichas experimentales</p>

	soporte grandes pesos de construcciones, además a través de sus componentes evita el ingreso de agua a las viviendas por efecto de la lluvia (Díaz y Puyen, 2018).	en donde los datos fueron recolectados por medio de las fichas de observación y las fichas experimentales.			Peso volumétrico seco suelto Peso volumétrico seco compactado Salinidad Granulometría Límites de consistencia Contenido de humedad Módulo de finura Absorción Contenido de sales	Cualitativo	
			Resistencia al efecto de lluvia	Kg/cm/%	3 unidades de muestreo por cada porcentaje de reemplazo Ensayo de inundación simulada Lluvia simulada Determinación del peso Variación dimensional Alabeo		

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue la básica, debido a que se buscó contar con un nivel de conocimiento, acerca de las variables de estudio y el comportamiento que tienen estas en pleno contacto o interacción, mayoritario. Cohen y Gómez (2019), definen a la investigación básica como aquella que intenta desarrollar una serie de inferencias relacionadas con un tema de investigación, en donde se establece la intención de poder descubrir un nuevo conocimiento que tome como punto de partida a la posibilidad de contar con aplicabilidad real.

3.1.2. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación fue el cuantitativo, debido a que los datos que fueron determinados gozaron con representación numérica en cuanto a la intención de responder a los objetivos planteados. Además, hace uso de la estadística descriptiva o inferencial, o algún otro medio de tratamiento de datos, con la finalidad de poder evaluar y comparar de forma numérica a dos elementos de estudio Cohen y Gómez (2019).

En cuanto al enfoque cualitativo, en cambio consiste en la recolección de datos sin medición numérica, este enfoque permite descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación, en este caso las preguntas las cuales se aplicaron a la muestra de establecida en la investigación Cohen y Gómez (2019).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población se encontró conformada por los suelos con condiciones de ser empleados para fabricar adobe, principalmente los suelos de la localidad de Túcume, según lo recomendado por Díaz y Puyen (2018), sugieren que se considere a Túcume como punto de referencia para la

fabricación de unidades de adobe, a consecuencia de los ensayos realizados por estos mismos en la misma zona de estudio. Cohen y Gómez (2019), definen a la población como aquel conjunto de unidades que encuentran representación directa en la búsqueda de elementos que sean evaluados para la evaluación de un hecho determinado.

3.2.2. Muestra

La muestra no probabilística es definida por Cohen y Gómez (2019), como el conjunto de elementos que son seleccionados por un determinado investigador, a consecuencia de que esta espera recolectar datos de condición informativa acerca de un hecho determinado. Para el presente caso, se contó con los siguientes elementos de muestreo:

Tabla 3

Ensayos al mucílago de cactus

Tipo	Cantidad
PH	1
Cloruros	1
Sulfatos	1
Determinación de la densidad de líquidos	1
Determinación de la viscosidad	1

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la composición del suelo, se contó con la siguiente distribución:

Tabla 4

Ensayos al suelo

Tipo	Cantidad
Ensayos de la bolita de tierra	1
Peso específico	1
Peso volumétrico seco suelto	1
Peso volumétrico seco compactado	1
Salinidad	1
Granulometría	1
Límites de consistencia	1
Contenido de humedad	1
Módulo de finura	1
Absorción	1
Contenido de sales	1

Fuente: Elaboración propia

Mientras que, la distribución de los ensayos hacia el suelo estabilizado fueron los siguientes

Tabla 5

Ensayos del adobe estabilizado

Tipo de suelo	Ensayo de inundación simulada	Lluvia simulada	Determinación del peso	Variación dimensional	Alabeo
Suelo natural	3	3	5	5	5
Suelo con 3% de mucílago de cactus	3	3	5	5	5
Suelo con 6% de mucílago de cactus	3	3	5	5	5
Suelo con 9% de mucílago de cactus	3	3	5	5	5
Total	12	12	20	20	20

Fuente: Elaboración propia

Muestreo: Se contó con un muestreo de tipo intencional, debido a que el investigador ha incurrido en las recomendaciones técnicas de demás investigadores y diferente normativa vigente, con la intención de poder contar con la calidad técnica suficiente como para obtener datos de alta confiabilidad. Cohen y Gómez (2019), definen al muestreo como el conjunto de criterios que buscan establecer o contar con la selección de diferentes unidades para su respectiva evaluación.

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Técnicas para emplear

Observación: Se contó con la técnica de la observación debido a que la totalidad de las pruebas y ensayos fueron analizados y visualizados por el investigador. Cohen y Gómez (2019), definen a la observación como

aquella técnica que se basa en la recolección de datos por medio de las fichas de observación, con la intención de validar y comprobar los hechos.

Análisis documental: Esta técnica correspondió a la evaluación de diferente normativa vigente y demás documentos técnicos que serán tomados como referencia, tales como los ensayos de laboratorio ofrecidos por un laboratorio de alta confiabilidad. Cohen y Gómez (2019), definen al análisis documental, como aquella técnica que se basa en el empleo de fichas experimentales con la intención de poder contar con la indagación y análisis de información documental.

3.3.2. Instrumentos para emplear

Ficha de observación: Se contó con el uso de las fichas de observación, debido a que se realizaron ensayos previos de clasificación del suelo, por medio de la bolita de tierra o de suelo; así mismo, es que la totalidad de los ensayos a realizar se evaluarán de forma visual con la intención de poder comprobar o vivenciar los hechos. Cohen y Gómez (2019), definen a la ficha de observación como aquel instrumento que se encarga de analizar los hechos planteados de forma visual.

Fichas experimentales: Se contó con el empleo de fichas experimentales con la finalidad de poder expresar los datos de laboratorio de las características del suelo, del estabilizante y del adobe mismo. Cohen y Gómez (2019), definen a las fichas experimentales como aquellos documentos que son enviados por un laboratorio o algún organismo después de realizar la evaluación técnica de un hecho.

3.4. Técnicas para el procesamiento de información

Como técnicas de procesamiento de la información, se consideró el empleo de las siguientes:

Método estadístico: Se contó con el empleo de la estadística descriptiva y la estadística inferencial, en donde la primera de estas contó con la búsqueda de caracterización de las variables de estudio, en plena exposición de los datos por medio de tablas de frecuencia y gráficos de barras para poder analizar la realidad en evaluación. Mientras que, se consideró el empleo de la estadística inferencial,

con la intención de poder validar la hipótesis alternativa y nula, mediante el uso del coeficiente de correlación Rho de Spearman.

Método analítico: Se considerará la plena evaluación de los hechos en contrastación con documentos técnicos y demás investigaciones relacionadas, con la finalidad de poder exponer o validar la información obtenida, encontrando explicación a estos hechos detectados.

3.5. Matriz de consistencia

Problemas de investigación	Objetivos de investigación	Hipótesis de investigación	Variables	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	<p>Tipo Básica</p> <p>Diseño Experimental</p> <p>Enfoque Cuantitativo/ Cualitativo</p> <p>Técnica: Observación / Experimentación</p> <p>Instrumento: Fichas de observación / Fichas experimentales</p>
¿Cómo el mucílago de cactus mejorará la resistencia del adobe para efectos de lluvias, Lambayeque, 2021?	mejoramiento de la resistencia del adobe estabilizado con mucílago de cactus para efectos de lluvias, Lambayeque, 2021	La incorporación de mucílago de cactus al adobe mejorará su resistencia ante efectos de lluvia, Lambayeque, 2021	Mucílago de cactus	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dimensiones	
¿Cuál es la composición del suelo en la fabricación del adobe?	Analizar la composición del suelo en la fabricación del adobe	La composición del suelo de fabricación de adobe tendrá las características adecuadas para poder fabricar una unidad de alta resistencia y durabilidad	Propiedades fisicoquímicas	
			Variable dependiente	
¿Cuáles son las propiedades físico – químicas del mucílago de cactus?	Evaluar las propiedades físico – químicas del mucílago de cactus	Las propiedades físico – químicas del mucílago ofrecerán mejoras a las unidades de adobe en la resistencia al efecto de lluvia	Resistencia del adobe estabilizado al efecto de lluvia	
¿Cuál es la resistencia al efecto de lluvia del adobe estabilizado con mucílago de cactus, Lambayeque, 2021?	determinar la resistencia al efecto de lluvia del adobe estabilizado con mucílago de cactus, Lambayeque, 2021	La resistencia al efecto de lluvia del adobe estabilizado con mucílago de cactus, Lambayeque, 2021, mejorará en más del 20%	Dimensiones	
			Composición del suelo Resistencia al efecto de lluvia	

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Mejoramiento de la resistencia del adobe estabilizado con mucílago de cactus para efectos de lluvias, Lambayeque, 2021

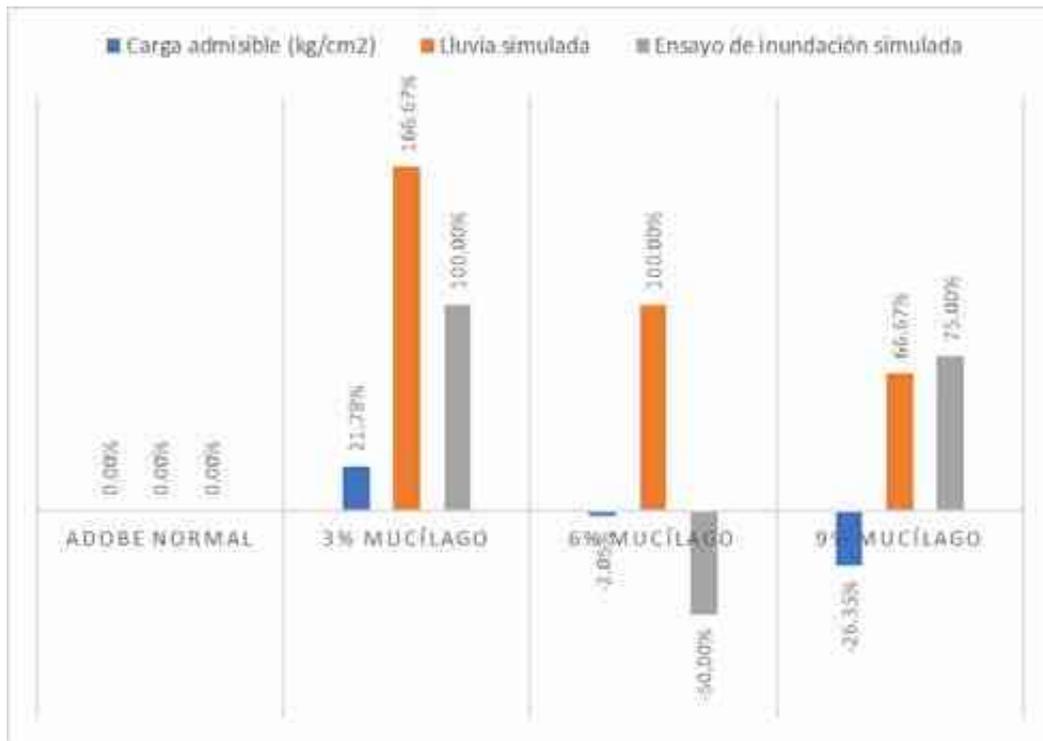


Figura 2 Mejoramiento de la resistencia del adobe

Fuente: Elaboración propia

Los resultados han demostrado que, en relación con la variabilidad de resultados, se han podido encontrar que la carga admisible ha mejorado significativamente para el caso del adobe estabilizado con 3% de mucílago, alcanzando una mejora del 21.78%. Mientras que, para el caso de la lluvia simulada, se ha podido contar con una mejora del 166.67% para el caso del adobe estabilizado con 3% de mucílago; así mismo, para el caso del ensayo de inundación simulada se ha contado con una mejora del 100.00% respecto al adobe normal, evidenciando los efectos positivos que se llegan a generar para el caso del adobe estabilizado con el 3% de mucílago.

Analizar la composición del suelo en la fabricación del adobe

Tabla 6

Propiedades del suelo

Ensayo	P.J. Santa Rosa	U.V. Héctor Aurich
Peso específico (gr/cm ³)	2.58	2.58
Peso volumétrico suelto (kg/m ³)	1262.53	1335.47
Peso volumétrico seco compactado (kg/m ³)	1478.78	1481.35
Granulometría (Arena) (%)	36.44	29.22
Granulometría (Finos) (%)	59.44	67.82
Clasificación	GC	CL
Índice de plasticidad (IP)	8.93%	8.77%
Contenido de humedad (%)	17.21	17.15
Absorción (%)	7.54	0.95
Sales	No presenta	0.002

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de caracterización del suelo han puesto en evidencia un valor de peso específico para el suelo de Santa Rosa de 2.58 gr/cm³ y un valor de 2.58 gr/cm³ para el caso de la zona de Héctor Aurich, en donde los índices de calidad del suelo evidencian que un suelo de alta calidad es aquel que debería de encontrarse entre los valores de 2.50 – 3.00 gr/cm³. Además, en relación con el peso volumétrico suelo (kg/m³) se ha contado con un valor de 1262.53 kg/m³ para el caso de la zona de Santa Rosa y un valor de 1335.47 kg/m³ para el caso de la zona de Héctor Aurich, en donde este indicador únicamente permite conocer el peso de una determinada porción de suelo por metro cúbico. Para el caso del peso volumétrico seco compacto, se ha alcanzado un valor de 1478.78 kg/m³ para la zona de Santa Rosa y un valor de 1481.35 kg/m³ para la zona de Héctor Aurich, evidenciando que se contará con un menor peso en estado de compactación en un metro cúbico para el suelo proveniente de Santa Rosa. Mientras que, al momento de analizar a la granulometría, se ha podido demostrar que la mayor cantidad de finos se encuentran presentes en el suelo proveniente de la zona de Héctor Aurich, debido a que se ha alcanzado una representación de este material del 67.82%; mientras que, la zona de Santa Rosa contó con un 36.44% de arena y un 59.44% de finos, correspondiendo al tipo de suelo gravo arena arcillosa, en donde la condición de plasticidad se ha encontrado desde media hasta alta, alcanzando un

valor de IP de 8.93%; mientras que, para la zona de Héctor Aurich, se ha alcanzado un tipo de suelo CL, el cual es característico de una arcilla inorgánica de plasticidad baja hasta media, contando con un valor de IP de 8.77%. Así mismo, al ahondar en el contenido de humedad, se ha contado con un 17.21% de humedad para el caso del suelo de la zona de Santa Rosa, con un porcentaje de absorción del 7.54% y no presentando sales. Mientras que, para el caso del suelo de la zona de Héctor Aurich, se ha contado con un contenido de humedad del 17.15%, contando con un porcentaje de absorción de 0.95% y un contenido de sales de 0.002.

A consecuencia de los resultados que se demostraron anteriormente, el suelo escogido para la fabricación de adobes es el correspondiente al P.J. Santa Rosa, debido a que este no ha contado con la presencia de sales que promuevan la generación de eflorescencia, debido a que este ha contado con una cantidad de material fino regular, en comparación de la contraparte y por el menor peso que puede ser alcanzado al momento de fabricar adobe, lo cual afecta positivamente a la manipulación de las unidades fabricadas.

Evaluar las propiedades físico – químicas del mucílago de cactus

Tabla 7

Propiedades fisicoquímicas del mucílago de cactus

Ensayo	Resultado
PH	4.4
Contenido de sales (Cloruros y sulfatos)	NaCl, CaO
Densidad de líquidos	1.113 gr/ml
Viscosidad	2.75 dl/gr

Fuente: Elaboración propia

Los resultados han demostrado que el mucílago de cactus cuenta con un valor de PH de 4.4, el cual es considerado como una medida de acidez o de alcalinidad de una determinada solución o de una determinada sustancia, en donde entre más cercano sea el valor hacia un PH de 0, se pone en evidencia una mayor acidez. Así mismo, para el caso del contenido de sales, se ha contado con la existencia de NaCl o bien conocido como cloruro de sodio, siendo considerado como un elemento que se encuentra de forma natural en el medio y sirve de nutriente para los animales y para las plantas, encontrándose de forma natural en el agua de mar.

Mientras que, el CaO es conocido como la cal viva, la cual sirve como un estabilizante que cuenta con la propiedad de minimizar la acidez del suelo. Además, para el caso de la densidad de líquidos, se ha encontrado que el mucílago ha contado con un valor de 1.113 gr/ml, llegando a ser comprendido como un indicador que permite conocer cuán pesado llega a ser un litro de estabilizante. Mientras que, la viscosidad permite comprender la dificultad que se tiene al mezclar el estabilizante con otro producto.

Determinar la resistencia al efecto de lluvia del adobe estabilizado con mucílago de cactus, Lambayeque, 2021

Tabla 8

Resistencia al efecto de lluvia del adobe

Ensayo	0%	3%	6%	9%
Determinación del peso (kg)	8.457			
Variación dimensional largo (cm) – 30 cm	30.03 cm 0.03 cm			
Variación dimensional ancho (cm) – 20 cm	20.14 cm 0.14 cm			
Variación dimensional alto (cm) – 8.50 cm	8.55 cm 0.05 cm			
Concavidad (mm)	14.00			
Convexidad (mm)	11.00			
Carga admisible (kg/cm ²)	8.31	10.12	8.14	6.12
Lluvia simulada	3	8	6	5
Ensayo de inundación simulada	4	8	2	7

Nota: El puntaje para el estabilizante que se comportó mejor para el ensayo sometido es de 9. Esta ira descendiendo conforme su comportamiento empeore, hasta llegar al valor de 1. Fuente: Elaboración propia

Los resultados han demostrado que, el peso promedio que se alcanzó para las unidades de adobe fabricadas fue de 8.457 kg en promedio de cada una de estas. Mientras que, la variación dimensional en el largo de la unidad fue de 0.03 cm, siendo continuada por una variación en ancho de 0.14 cm y una variación en alto de 0.05 cm, en donde este indicador ha expuesto que por cada incremento de 1 cm se puede llegar a generar un aumento en espesor de 3 mm. Además de ello, el valor de concavidad fue de 14 mm y el valor de convexidad fue de 11 mm, en

donde este indicador ha tenido que ver directamente con la junta y el espesor que esta pueda llegar a tener.

Al momento de analizar a la carga admisible, se ha determinado que el máximo rendimiento alcanzado en este indicador ha correspondido al empleo de 3% de mucílago, en donde se ha alcanzado un valor de carga de 10.12 kg/cm² muy superior al 8.31 kg/cm² alcanzado para el caso del adobe normal, debido a que la función que ha cumplido el mucílago ha estado relacionada directamente con la cohesión entre las partículas que se ha generado por este insumo; sin embargo, en la adición de una mayor cantidad del mismo no solo hace que la resistencia se reduzca, sino que se supera el mínimo alcanzado por el adobe normal, siendo estas de 8.14 kg/cm² para el caso del 6% de mucílago y un 6.12 kg/cm² para el caso del 9%.

Mientras que, en concordancia con lo establecido anteriormente, se ha podido contar con que la incorporación de 3% de mucílago ha generado un aporte significativo hacia la resistencia hacia el agua por parte de las unidades de adobe, en donde se ha contado con una puntuación del 1 al 9 de 8 puntos, tanto para el caso de la lluvia simulada y el caso del ensayo de inundación simulada, muy por el contrario de lo alcanzado en el adobe normal, en donde se ha alcanzado una puntuación de 3 para la lluvia simulada y un total de 4 puntos para el caso de la inundación simulada. Sin embargo, no se puede dejar de lado el buen comportamiento que se tuvo con el 6% de mucílago para la lluvia simulada, la cual ha superado en mejoras en su comportamiento al adobe normal, con una puntuación de 6. Mientras que, el 9% de mucílago ha generado un aporte significativo hacia la inundación simulada, principalmente por las capas de cohesión y resistencia a la abrasión con la que se ha podido contar, alcanzado una puntuación de 7.

4.2. Contrastación de hipótesis

La incorporación de mucílago de cactus al adobe mejorará su resistencia ante efectos de lluvia, Lambayeque, 2021

Se ha podido demostrar que efectivamente la incorporación de mucílago de cactus al adobe ha generado mejoras significativas de la unidad en sí misma, tanto en su resistencia mecánica como en su resistencia a la acción del agua, en donde se

contó con que el 3% de mucílago ha sido suficiente para contar con mejoras del 21.78% en la capacidad de carga admisible, un 166.67% para el caso de la lluvia simulada y un 100.00% para el caso del ensayo de inundación simulada, a consecuencia del nivel de impermeabilidad que las unidades le brindan al adobe en sí mismo.

Ha: Existe relación significativa entre la incorporación de mucílago de cactus y la carga admisible, lluvia e inundación simuladas

Ho: No existe relación significativa entre la incorporación de mucílago de cactus y la carga admisible, lluvia e inundación simuladas

Tabla 9

Correlación entre incorporación de mucílago de cactus y resistencia ante efecto de lluvia

Ensayo	Sigma	Relación	Condición
Carga admisible	0.04	0.917	Existe relación
Lluvia simulada	0.121	0.982	Existe relación
Ensayo de inundación simulada	0.901	0.156	Existe relación

Fuente: Elaboración propia

Los resultados han demostrado que la relación estadística fue evidenciada para el caso de la carga admisible, en donde al haber contado con un valor de sigma de 0.040 inferior al máximo permisible de 0.050, fue que se alcanzó la demostración de una relación directamente proporcional cumplida por alcanzar el hecho que la incorporación de mucílago en un 3% ha generado un aumento significativo en la resistencia de la unidad de adobe, algo que estadísticamente no se pudo demostrar por medio de validación por Rho de Spearman con el caso de la lluvia simulada y el ensayo de inundación simulada, debido a la variabilidad de los datos.

La composición del suelo de fabricación de adobe tendrá las características adecuadas para poder fabricar una unidad de alta resistencia y durabilidad

Se pudo demostrar que las características del suelo de P.J. Santa Rosa fueron adecuadas, principalmente porque se ha contado con un peso volumétrico suelto de 1262.53 kg/m³, un peso volumétrico seco compactado de 1478.78 kg/m³, un índice de plasticidad del 8.93% y la evidencia de no presencia de sales, en

comparación con su contraparte, con lo cual se ha expuesto la posibilidad de conformar una unidad de adobe de alta resistencia y capacidad.

Las propiedades físico – químicas del mucílago ofrecerán mejoras a las unidades de adobe en la resistencia al efecto de lluvia

En cuanto a las características fisicoquímicas del mucílago, se ha podido evidenciar que este ha contado con un valor de PH de 4.4, en donde el contenido de sales, se pudo encontrar NaCl y CaO, entendiendo que la densidad de los líquidos fue de 1.113 gr/ml y la viscosidad fue de 2.75 dl/gr, generando la posibilidad de mantener no solo un producto ácido, sino que las sales con las que ha contado el insumo analizado han suprimido esa afectación hacia el medio natural, sirviendo para que el suelo pueda llegar a ser fertilizado.

La resistencia al efecto de lluvia del adobe estabilizado con mucílago de cactus, Lambayeque, 2021, mejorará en más del 20%

Se ha podido demostrar que la incorporación de mucílago de cactus en la unidad de adobe ha mejora en más del 20% la acción de lluvia simulada y el efecto de la inundación simulada, principalmente por el hecho que la incorporación del 3% de mucílago ha generado una mejora del 166.67% para el caso de la lluvia simulada y un 100.00% para el caso de la inundación simulada.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

Los resultados en cuanto, al **objetivo general**, mejoramiento de la resistencia del adobe estabilizado han expuesto que el porcentaje de mucílago que ha mantenido un buen comportamiento en la unidad de adobe ha sido el 3%, principalmente generando beneficios del 21.78% para el caso de la carga admisible, un 166.67% para el caso de la lluvia simulada y un 100.00% para el caso de la inundación simulada, en donde Mejía (2018) ha expuesto que la incorporación de materiales de construcción pueden llegar a generar ventajas significativas en cuanto a la resistencia a la compresión, aunque no suelen tener comportamientos adecuados para el caso de la acción de la lluvia, debido a la porosidad que incorporan al material final y la carencia de impermeabilidad que se genera, en donde la resistencia al cortante fue del 10% y la resistencia a la compresión fue del 19%, mediante la consideración de residuos sólidos en un 25%. Además de ello, Montenegro (2019) ha evidenciado que el empleo de fibras naturales para la mejora de la resistencia de la unidad de adobe ha generado un valor de compresión de 3.31 Mpa, en donde la carga admisible ha conllevado a que se pueda contar con la posibilidad de contar con un 20% de fibras naturales y fibras artificiales para corresponder hacia la prevalencia que estas pueden llegar a tener en la capacidad mecánica de la unidad. Los resultados expuestos evidenciaron condiciones similares a las ya calculadas; sin embargo, las incorporaciones de estabilizantes que se consideraron normalmente estuvieron por encima del 20%; mientras que, para la presente investigación se contó con solo la incorporación del 3%, evidenciando la efectividad del insumo final. Además, Mejía (2018) puede definir al mucílago de cactus como aquel estabilizante natural que puede generar mejoras en las propiedades de una unidad de adobe, Este estabilizante mencionado, en particular, proporciona propiedades impermeables al adobe, aunque se debe analizar el nivel de composición de este para mantener las propiedades mecánicas del cuerpo y mejorar las propiedades impermeables.

Así mismo, se ha contado con que el **objetivo específico n° 01**, ha llegado a evidenciar que se ha contado con un valor de peso específico para el suelo de Santa Rosa de 2.58 gr/cm³ y un valor de 2.58 gr/cm³ para el caso de la zona de

Héctor Aurich, en donde los índices de calidad del suelo evidencian que un suelo de alta calidad es aquel que debería de encontrarse entre los valores de 2.50 – 3.00 gr/cm³. Además, Montenegro (2019) ha puesto en evidencia que dentro de las características del suelo que ha considerado para su evaluación, se ha destacado en valor de PH de 6.4 que ha sido alcanzado, aunque hubieron unas zonas que contaron con valores más cercanos a 3.1 principalmente por la alta cantidad de agentes químicos que se emplearon para la agricultura, aunque se contó con sales que han prevalecido sobre el mismo y que han servido para poder suprimir de cierto modo las condiciones adversas que se han generado por el efecto de la acidez. Mientras que, Arteaga y Loja (2018), evidenció que dentro de las propiedades más significativas que se encontraron, se evidenciaron al peso específico, peso unitario suelto y principalmente el compactado, debido a que un valor superior a 1400 kg/m³ no solo expone una unidad de adobe con mayor peso, sino que se expone la incidencia de una vivienda o muro de mayor peso. Los resultados que se evidenciaron fueron diferentes a los alcanzados en la presente investigación, principalmente por la variabilidad de condiciones de suelo con los que se cuenta en cada zona de estudio. Así mismo, Díaz y Puyén (2019) han señalado que, en el caso de los suelos de Túcume, Mochumí e Íllimo, los mismos pobladores han sido los responsables de hacer uso de este tipo de suelo, a consecuencia de la realización de la prueba de la bolita de tierra, la cual ha señalado que un suelo puede llegar a contener adecuadas cantidades de arcilla y arena, en base a la resistencia y deformación que se puede generar mediante la presión a la que se ve expuesta este tipo de suelo.

Además, para el caso del **objetivo específico n°2**, dentro de las propiedades fisicoquímicas que se encontraron, se evidenció un valor de PH de 4.4, en donde el contenido de sales, se pudo encontrar NaCl y CaO, entendiéndose que la densidad de los líquidos fue de 1.113 gr/ml y la viscosidad fue de 2.75 dl/gr, generando la posibilidad de mantener no solo un producto ácido, sino que las sales con las que ha contado el insumo analizado han suprimido esa afectación hacia el medio natural, sirviendo para que el suelo pueda llegar a ser fertilizado. En cuanto a ello, Arteaga y Loja (2018), han evidenciado que dentro de las propiedades que se pueden destacar como preponderantes para el caso de la selección de un estabilizante, se encuentra la capacidad de cohesión que este genere, en donde se

puede generar por dos medios, el primero de ellos tiene que ver con la reacción química entre sus componentes; mientras que, el segundo tiene que ver con la composición del estabilizante, en donde se considera la viscosidad que caracterice a este mismo, puede conllevar a que las partículas internas con las que cuente el suelo, puedan llegar a unirse entre sí. Además, Vilcas (2019), ha señalado que más del 22% de los adobes mejorados no solo llegan a desarrollar alta resistencia a la compresión por la composición de estos o el tipo de suelo empleado, sino por el efecto que conlleva la aplicación de un aditivo o un estabilizante genera que se modifique la composición interna de este, evidenciando de esta forma una alta incidencia en la reacción y cohesión de las partículas. En igualdad de condiciones que se expusieron en la investigación, se ha concordado con los investigadores mencionados, debido a que la consideración del mucílago de cactus ha conllevado a que las partículas internas que caracterizan a la unidad de adobe han promovido la cohesión y de forma complementaria han generado la impermeabilidad de la unidad en general.

Mientras que, para el caso del **objetivo específico n° 3**, se ha podido demostrar en los tres ensayos considerados como preponderantes para evaluar la efectividad o la incidencia que puede llegar a tener la incorporación del mucílago de cactus en la unidad de adobe, han sido las siguientes: carga admisible, lluvia simulada y ensayo de inundación simulada, en donde el primero de estos contó con un valor inicial de la unidad sin estabilizar de 8.31 kg/cm², siendo superada ampliamente por el caso del 3% de adobe estabilizado con mucílago, debido a que se ha contado con un valor de 10.12 kg/cm². Sin embargo, este comportamiento no se pudo encontrar para el caso del 6% y el 9% de mucílago, el cual ha generado un descenso en las características mecánicas del material. Además, al momento de analizar el comportamiento de la lluvia simulada, se contó con el hecho que el mejor comportamiento fue alcanzado por el 3% de mucílago de cactus, debido a que este obtuvo un total de 8 puntos en dicha prueba, en comparación de lo obtenido con el 0%, en donde el valor fue de 3 puntos. Mientras que, para el caso del ensayo de inundación simulada, se contó con un comportamiento idóneo para el caso del 3% de mucílago, debido a que se alcanzaron valores de 8 puntos para este ensayo y en condiciones normales solo se alcanzó un valor de 4 puntos para el adobe en condiciones normales. Así mismo, Alfaro (2019), ha señalado que la

resistencia a la compresión que fue alcanzada por la incorporación del polipropileno en la unidad de adobe fue de 24.32 kg/cm², en donde se contó con un porcentaje de reemplazo del 0.75%. Además, Díaz y Puyén (2019), evidenció que el comportamiento que ha tenido la unidad de adobe con la incorporación de 6% de mucílago de cactus de san pedro, no solo fue superior en relación con la resistencia mecánica, sino con la acción de la lluvia; sin embargo, no se puede descartar el mejor comportamiento que se alcanzó para el caso de la adición de 3% de jabonato de alumbre. En concordancia con lo expuesto anteriormente, se ha demostrado en complementación con lo señalado por autores, la mejora en el comportamiento que puede alcanzarse para el caso de la adición de mucílago de cactus, tanto en las condiciones mecánicas, como para el caso de las condiciones de exposición al agua. Moyano et al. (2017) ha definido al adobe como aquel compuesto que se ha empleado en diversas construcciones, y era la unidad básica para las edificaciones realizadas con tierra en muchas partes del mundo, con estos se podía realizar techos, paredes y hasta muros. Por su misma antigüedad, es que ha sufrido de diversas modificaciones para mejorar sus características como la resistencia, durabilidad, capacidad para soportar la humedad entre otras.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se concluyó que la incorporación de mucílago de cactus al 3% ha generado un aporte significativo en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de adobe, debido a que se contó con una mejora del 21.78% para el caso de la carga admisible, una mejora del 166.67% para el caso de la lluvia simulada, en donde ello se vio complementado con una mejora del 100.00% para el caso de la resistencia a la inundación simulada.

Para el caso de la composición del suelo de fabricación de adobe, se ha concluido que el mejor suelo de los dos estudiados fue del P.J. Santa Rosa, en comparación de la U.V. Héctor Aurich, ubicados en la región Lambayeque, a consecuencia de haber alcanzado en el primer caso un valor de peso volumétrico de 1262.53 kg/m³ en estado suelto, un tipo de suelo GC, con un IP del 8.93% y la no presencia de sales.

Mientras que, se concluyó que, dentro de las propiedades fisicoquímicas más representativas evidenciadas para el caso del mucílago de cactus, se halló un valor de PH de 4.4, la presencia de sales de NaCl y CaO, en donde la densidad de líquidos fue de 1.113 gr/ml y la viscosidad fue de 2.75 dl/gr.

Así mismo, se concluyó que la resistencia alcanzada por el 3% de adobe estabilizado con mucílago de cactus fue de 10.12 kg/cm², en comparación con un valor de 8.31 kg/cm² para el caso del suelo en estado natural. Mientras que, para el caso de la lluvia simulada la puntuación alcanzada por el 3% de mucílago fue de 8 y para el ensayo de inundación simulada fue de 8 puntos de igual forma, en comparación con el valor de 3 puntos y 4 puntos consecutivamente que se alcanzó en el suelo normal.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda a los pobladores de Lambayeque el poder incorporar mucílago de cactus en la fabricación de las unidades de adobe, principalmente por haber mostrado ventajas significativas para el caso de la resistencia a la compresión y la resistencia a la acción del agua de lluvia, tanto por inundación como por lluvia simulada, lo que permitirá alargar el tiempo de vida de las viviendas de adobe.

Además, se recomienda a demás investigadores que deseen probar la aplicación de mucílago de cactus en otros tipo de suelos, la evaluación cuantitativa de las propiedades del suelo en el área de Mochumí, debido a que este suelo se ha caracterizado por contar con un mejor comportamiento en base a la experiencia de los pobladores locales.

Así mismo, se recomienda a demás investigadores el analizar un ensayo de composición interna del mucílago de cactus, con la finalidad de poder establecer la interacción que tiene este componente con el contacto que puede tener con el suelo y la posible reacción química genera.

Mientras que, se recomienda a demás investigadores evaluar demás propiedades mecánicas para corroborar los resultados obtenidos en la presente investigación, tales como la resistencia de la flexión, tracción o corte diagonal.

REFERENCIAS

5.1. Fuentes documentales

- Alfaro, C. (2019). *Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca – Jauja* (Informe de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú: Huancayo. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj_uuL8O_zAhVhrJUCHXxJCRoQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.uncp.edu.pe%2Fhandle%2F20.500.12894%2F5553&usg=AOvVaw2xkRLLCT-lvJ36_c2IfAKE
- Arteaga, J. y Loja, L. (2018). *Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica* (Informe de pregrado). Universidad de Cuenca: Cuenca. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj14bbx9u_zAhUNrJUCHV3wAKoQFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fdspace.ucuenca.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F30332%2F1%2FTrabajo%2520de%2520Titulaci%25C3%25B3n.pdf&usg=AOvVaw2SG9RZ5Q79xL1GcqL9yr5W
- Bravo, J; Valderrama, C. y Ossio, F. (2019). Economic Assessment of the Construction Waste of a High-Rise Building: A Case Study. *Revista de Información Tecnológica*, 30 (2), 64 – 69. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000200085&lng=en&nrm=iso
- Catalán, P.; Moreno, J.; Galván, A. y Arroyo, R. (2019). Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio. *Revista de Acta Universitaria*, 29 (20), 1 – 13. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v29/2007-9621-au-29-e1861.pdf>
- Claudio, A.; Estrada, R.; Pereira, G.; Martínez, J. y Calzadilla, H. (2019). Study of the resistive behavior of composite plates and asbestos-cement. *Revista de Ingeniería Mecánica*, 22 (3), 26 – 34. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442019000300161

- Díaz, C. y Puyen, V. (2019). *Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro* (Informe de pregrado). Universidad Santo Toribio de Mogrovejo: Chiclayo. Recuperado de <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1802>
- Gudiño, M.; Liceda, S. y Gassul, V. (2019). Eje: Hábitat y territorio ENFOQUES TEÓRICOS SOBRE EL HÁBITAT Y SU RELACIÓN CON EL TERRITORIO y EL AMBIENTE. *Revista de Universidad Nacional de Cuyo*, 1 (1), 12 – 19. Recuperado de http://cvl.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/9923/13-e3gudinoliceda.pdf
- Holguino, A.; Olivera, L. y Escobar, K. (2018). Thermal comfort in an adobe room with heat storage system in the andes of Peru. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20 (3), 31 – 34. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000300003
- Khurram, N.; Akmal, U.; Raza, M.; Hameed, A. e Irfan, M. (2020). Evaluación experimental de paneles de ferrocemento cuadrados utilizando malla de polipropileno. *Revista de Ingeniería y Construcción*, 35 (3), 101 – 113. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732020000300336
- Laime, G. (2020). *Diseño de elaboración del adobe incorporando la fibra de Totorá para reforzar las propiedades físico y mecánico – Huancavelica 2020* (Informe de pregrado). Universidad César Vallejo: Lima. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjMo-T0z9rzAhV5GLkGHfC0CjQQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.ucv.edu.pe%2Fhandle%2F20.500.12692%2F50095&usg=AOvVaw05wTmK5D2rmCe-MoNshneo>

Lozano, F. y Valle, H. (2020). *Diseño de un bloque de adobe, utilizando fibras de botellas plásticas, para reducir el costo y mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020* (Informe de pregrado). Universidad César Vallejo: Tarapoto. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52869/Lozano_RFM-Valle_FH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mejía, P. (2018). *Bloques de tierra comprimida con agregados de residuos de construcción y demolición como sustitución de los agregados tradicionales en la ciudad de Saraguro, Loja, Ecuador* (Informe de posgrado). Universidad de Cuenca: Cuenca. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi9p9eo6-_zAhW7pZUCHdHJBrAQFnoECACQAQ&url=http%3A%2F%2Fspace.ucuenca.edu.ec%2Fhandle%2F123456789%2F29382&usg=AOvVaw2Fpds1OmAigqUw3hFEm8En

Ministerio de Vivienda (2016). *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones* (Informe técnico). Ministerio de Vivienda: Lima. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjpyI-IofDzAhW9ppUCHUqZA18QFnoECBgQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww3.vivienda.gob.pe%2Ffejes%2Fvivienda-y-urbanismo%2Fdocumentos%2FReglamento%2520Nacional%2520de%2520Edificaciones.pdf&usg=AOvVaw2dGTg9pAO0U9cwifm6e-Ym>

Ministerio de Vivienda (2017). *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada* (Informe técnico). Ministerio de Vivienda: Lima. Recuperado de <https://www.google.com/search?client=opera&q=Normas+del+Reglamento+Nacional+de+Edificaciones%3A+Norma+E.080+Diseño+y+Construcción+con+Tierra+Reforzada&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8>

Mojica, H. (2019). Integrated strategic valuation of the sustainable use of the soil in Sonora, México. *Revista de Universidad y Sociedad*, 11 (4), 1 – 34.

Recuperado

de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000400020&lng=es&nrm=iso

Montenegro, M. (2019). *Caracterización del adobe reforzado con fibras naturales y artificiales para la recuperación de construcciones tradicionales en la Comuna de Zuleta* (Informe de pregrado). Universidad Central del Ecuador: Ecuador. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjeo_Lc7e_zAhW-pZUCHRr0D0AQFnoECAcQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.dspace.uce.edu.ec%2Fhandle%2F25000%2F17674&usg=AOvVaw2Wfgi8XNhFEbadX6MYIqdH

Moyano, M.; Yajnes, M. y Cruso, S. (2017). Experimental characterization of a cement-based compound with recycled aggregates and EPS from rehabilitation work. *Revista de la Construcción*, 15 (3), 97 – 106. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127649578010.pdf>

Muñoz, C.; Rivero, C.; Marrero, M. y Cereceda, G. (2019). Urbanization of housing and eco-efficient management of construction waste in Chile: application of the Spanish model. *Revista de Ambiente y Construcción*, 19 (3), 1 – 13. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/ac/a/9t5XzHfXRzvp3BjkSXwkC7P/?lang=es>

Nieto, L. y Tello, E. (2019). *Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú* (Informe de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: Lima. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628256/Nieto_PL.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Normas Técnicas Peruanas (2017). *Catálogo de normas técnicas peruanas* (Informe técnico). Ministerio de Vivienda: Lima. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjipqbofDzAhW6rpUCHdlBAtkQFn_oECBwQAQ&url=https%3A%2F%2Fissuu.com%2Ftrialh%2Fdocs%2F

[cat logo de normas de técnicas pe&usg=AOvVaw0Uev URtyVeJ8 eBxpQx Lb](#)

Pacheco, C.; Fuentes, L.; Sánchez, E. y Rondón, H. (2017). Construction demolition waste (CDW), a perspective of achievement for the city of Barranquilla since its management model. *Revista de Ingeniería y Desarrollo*, 35 (2), 1 – 17. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612017000200533

Palencia, M.; Lerma, T. y Arrieta, A. (2017). Desarrollo de compositos hidrofóbicos híbridos basados en bentonita y poli(vinilestearato). *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 37 (1), 1 – 34. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522017000100003

Ríos, M. (2018). *Registro De Los Sistemas Constructivos Con Fibras Naturales En La Construcción Del Cantón Loja – Ensayo Y Propuesta De Un Adobe Mejorado* (Informe de pregrado). Universidad Internacional del Ecuador: Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2669/3/T-UIDE-1913.pdf>

Sánchez, M. (2020). *Análisis comparativo de adobe convencional y adobe estabilizado con cemento con fines constructivos* (Informe de pregrado). Universidad Señor de Sipán: Pimentel. Recuperado de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7534/S%c3%a1nchez%20Chicana%20Mishel%20Andrea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sernaqué, P. (2020). *Elaboración de bloque de tierra comprimida (BTC) con adición de residuos de construcción y demolición (RCD) como material de construcción sostenible en la ciudad de Piura_2020* (Informe de pregrado). Universidad César Vallejo: Piura. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiTxqH58-zAhW_qZUCHQpEB7YQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Frep

[ositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52173&usg=AOvVaw15rakIW4W1X-GYuAX6Rzx4](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52173&usg=AOvVaw15rakIW4W1X-GYuAX6Rzx4)

Vilcas, C. (2019). *Comparación de los resultados de ensayos físico mecánicos realizados a bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición en Sudamérica* (Informe de pregrado). Universidad Continental: Huancayo. Recuperado de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6098/2/IV_FIN_105_TI_Vilcas_Painado_2019.pdf

ANEXOS

Anexo 1 Instrumento de recolección de datos

Tipo	Resultados
PH	
Cloruros	
Sulfatos	
Determinación de la densidad de líquidos	
Determinación de la viscosidad	

*Cabe señalar que, lo presentado solo es un cuadro resumen, debido a que se contará con la complementariedad de fichas expedidas por el laboratorio que se contratará

Tipo	Resultados
Ensayos de la bolita de tierra	
Peso específico	
Peso volumétrico seco suelto	
Peso volumétrico seco compactado	
Salinidad	
Granulometría	
Límites de consistencia	
Contenido de humedad	
Módulo de finura	
Absorción	
Contenido de sales	

*Cabe señalar que, lo presentado solo es un cuadro resumen, debido a que se contará con la complementariedad de fichas expedidas por el laboratorio que se contratará

Tipo de suelo	Ensayo de inundación simulada	Lluvia simulada	Determinación del peso	Variación dimensional	Alabeo
Suelo natural					
Suelo con 3% de mucílago de cactus					
Suelo con 6% de mucílago de cactus					
Suelo con 9% de					

mucílago de cactus					
Total					

*Cabe señalar que, lo presentado solo es un cuadro resumen, debido a que se contará con la complementariedad de fichas expedidas por el laboratorio que se contratará.

ENSAYOS

Anexo 3 Ensayos de laboratorio



SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

MANUEL SEOANE N° 137 - TLF. 074-282872 - CEL.958904282 - RPM.#956904282 - LAMBAYEQUE

RESOLUCION N° 003667-2017/OSD - INDECOPI
CODIGO CONSUCODE N° S0023520

SOLICITADO : OSCAR FIDEL VELARDE TELLO
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
MUESTRA : MUCILAGO DE CACTUS
F. INGRESO : Oct-21
MUESTRA PUESTA EN LABORATORIO

INFORME DE ANALISIS

Analisis	MUCÍLAGO DE CACTUS
Sales	NaCl, CaO
Ph	4.4
Sustancias Volatiles	Etileno, propeno, n - propeno, CO2
Fe ² (ppm)	244.15
Viscosidad	2.58

SEPEPEM



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

MANUEL SEOANE N° 137 - TLF. 074-282872 - CEL.956904282 - RPM.#956904282 - LAMBAYEQUE

**RESOLUCION N° 003667-2017/OSD - INDECOPI
CODIGO CONSUCODE N° S0023520**

CERTIFICADO DE ENSAYO QUIMICO EN SUELO

SOLICITADO : OSCAR FIDEL VELARDE TELLO
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
F. ENSAYO : Oct-21
EQUIPO UTILIZ.: Balanza con division de escala de 0.001 g., capacidad maxima 210g. Marca Chaus, clase III
Horno mufla con alcance de indicacion de 1100 °C, marca Thermo Scientific.

Muestra:	Suelo
Procedencia:	P.J. Santa Rosa - Lambayeque

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado
Norma Tecnica Peruana 400.042	Metodo de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles	No presenta

Muestra:	Suelo
Procedencia:	U.V Hector Aurich - Lambayeque

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado (%)
Norma Tecnica Peruana 400.042	Metodo de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles	0.002

Potencial de Hidrogeno (PH):

7.42

SEPEPEM



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

MANUEL SEQUE N° 137 - TEL. 074-262892 - CEL. 98684282 - RPM 98684282 - LAMBAYEQUE

**RESOLUCION N° 003667-2017/OSD - INDECOPI
CODIGO CONSUCODE N° S0023520**

MATRIZ DE RESULTADOS / ADOBES ESTABILIZADOS

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021

FECHA: Oct-21

El puntaje para el estabilizante que se comporto mejor para el ensayo sometido es de 9. Este ira descendiendo conforme su comportamiento empeore, hasta llegar al valor de 1

		MATRIZ DE RESULTADOS										
ENSAYO		S0	S3	S5	S9	J0	J3	J6	J9	AN	TOTAL	
1.	ENSAYOS CLASIFICATORIOS											
1.1.	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	6	8	7	3	8	5	4	2		45	
2.	ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS											
2.1.	RESIST. A LA COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑIL FRIA	8	8	7	8	6	4	3	3	5	45	
2.2.	RESIST. A LA COMPRESION EN DIAGONAL DE MURETES	8	8	6	2	5	7	3	4		45	
3.	ENSAYOS COMPARATIVOS											
3.1.	SUCCION	2	3	7	5	6	4	8	3	3	45	
3.2.	FLUORESCENCIA	4	4	7	6	3	8	8	7	5	45	
3.3.	LLUVIA SIMULADA A LA UNIDAD	4	5	7	4	3	8	6	5	2	45	
3.4.	LLUVIA SIMULADA AL MURO	4	5	6	5	4	8	7	3	2	45	
3.5.	EROSION ACELERADA	3	7	8	4	8	6	7	8	5	45	
3.6.	INUNDACION SIMULADA	4	9	3	6	4	8	3	7	5	45	
4.	ENSAYOS AL MORTERO											
4.1.	RESISTENCIA A LA COMPRESION	4	8	7	6	2	5	8	4	3	45	
4.2.	RESISTENCIA A LA TRACCION	5	4	3	2	6	7	8	8		45	
TOTAL		33	87	69	45	40	75	56	45	41	495	

PR	VALOR	PR	VALOR
1º	9	1º	9
2º	8	2º	8
3º	7	3º	7
4º	6	4º	6
5º	5	5º	5
6º	4	6º	4
7º	3	7º	3
8º	2	8º	2
9º	1	9º	1



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

MANUEL SEDANE N° 137 - TLF. 074-282872 - CEL.956904282 - RPM.#956904282 - LAMBAYEQUE

**RESOLUCION N° 003667-2017/OSD - INDECOPI
CODIGO CONSUCODE N° S0023520**

SOLICITADO : OSCAR FIDEL VELARDE TELLO
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCILAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
MUESTRA MUCILAGO DE CACTUS
F. INGRESO : Oct-21
MUESTRA PUESTA EN LABORATORIO

PORCENTAJE DE SUELOS

Lugar	Tipo de Material	
	Arena	Finos
P.J. Santa Rosa	36.44%	59.44%
U.V. Hector Aurich	29.22%	67.82%

Proyecto :	<i>MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021</i>		
Solicitado:	<i>OSCAR FIDEL VELARDE TELLO</i>		
CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.			
Chequeado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos			
CLASIFICACIÓN AASHTO			
Parámetros Usados			Ubicación : Pj. Santa Rosa
% Que Pasa la Malla N° 200	30.70		Estrato : E - 1
% Que Pasa la Malla N° 40	3.70	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 10	1.20	a =	0.00 IG = 0.00
Límite Líquido LL =	23.61 %	b =	15.70
Límite Plástico LP =	14.68 %	c =	0.00
Índice de Plasticidad : IP =	8.93 %	d =	0.00
Tipo de Suelo :	Material Granular		
Clasificación de Suelos :	A - 2		
Suelo :	A - 2 - 4 (0)		
Tipo de Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas		
Terreno de Fundación :	Excelente a Bueno		
CLASIFICACIÓN AASHTO			
Parámetros Usados			Ubicación : UV. Hector Aurich
% Que Pasa la Malla N° 200	93.64		Estrato : E - 2
% Que Pasa la Malla N° 40	35.72	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 10	14.44	a =	40.00 IG = 8.00
Límite Líquido LL =	24.23 %	b =	40.00
Límite Plástico LP =	15.47 %	c =	0.00
Índice de Plasticidad : IP =	8.76 %	d =	0.00
Tipo de Suelo :	Material Limo Arcilloso		
Clasificación de Suelos :	A - 4		
Suelo :	(8)		
Tipo de Material :	Suelo Limoso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
Solicitado: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

Ubicación : PJ. Santa Rosa	
Estrato : E - 1	
% Que Pasa la Malla N° 200	30.70
% Que Pasa la Malla N° 4	0.30
Límite Líquido LL =	23.6 %
Límite Plástico LP =	14.67 %
Índice de Plasticidad IP =	8.93 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría: Suelo Grueso Grava	
Tipo de Simbología : Simbología Normal	
Tipo de Suelo : GM , GC	
Suelo : GC Inorgánico	
Características del Suelo : GC Son limos de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 % se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.	

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

Ubicación : UV. Hector Aurich	
Estrato : E - 2	
% Que Pasa la Malla N° 200	70.89
	99.97
Límite Líquido LL =	24.23 %
Límite Plástico LP =	15.46 %
Índice de Plasticidad IP =	8.77 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría: Suelo Fino Baja Plasticidad	
Tipo de Simbología : Simbología Normal	
Tipo de Suelo : CL , ML , OL	
Suelo : CL	
Características del Suelo : CL Son arcillas de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.	

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON							
Solicitado: OSCAR FIDEL VILLARDE TELLO							
Ensayo :							
CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :				Norma : ASTM D 2216			
PESO ESPECÍFICO :				Norma : ASTM D 854			
CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :							
Observaciones :		Ubicación : P.J. Santa Rosa			Ubicación : UV. Hector Aurich		
		Estrato : E1			Estrato : E2		
		Potencia :			Potencia :		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	1334.00	1080.00		1132.20	1168.00	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	67.99	70.42		65.58	80.12	
Peso de la Tara	Gr	63.13	94.00		63.58	59.63	
Peso de la Muestra Seca	Gr	4.86	7.42		2.00	3.50	
Peso del Agua	Gr	44.96	33.45		45.43	44.26	
Contenido de Humedad	%	18.17	16.24		18.15	16.15	
Promedio		17.21			17.15		
PESO ESPECÍFICO :							
Observaciones :		Ubicación : P.J. Santa Rosa			Ubicación : UV. Hector Aurich		
		Estrato : E1			Estrato : E2		
		Potencia :			Potencia :		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3
Peso del Suelo Seco	Gr	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Peso Frasco Vacío	Gr	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65
Peso Frasco + Agua	Gr	675.65	675.55	675.55	675.65	675.55	675.55
Peso Frasco + Agua + Suelo	Gr	736.82	736.82	736.82	736.82	736.82	736.82
Volumen de Sólidos	Cm ³	38.83	38.73	38.73	38.83	38.73	38.73
Peso Específico de Sólidos	Gr / Cm ³	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58
Promedio		2.58			2.58		

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
 Solicitado : OSCAR FIDEL VELARDE TELLO

PESO UNITARIO

Descripción	Unidades	Ubicación:		UV. Hector Aurich	
		Suelto	Compactado	Suelto	Compactado
<i>Peso de probeta</i>	kg	5.214	5.214	5.214	5.214
<i>Diámetro de probeta</i>	m	0.115	0.115	0.115	0.115
<i>Espesor de probeta</i>	m	0.007	0.007	0.007	0.007
<i>Altura de probeta</i>	m	0.162	0.162	0.162	0.162
<i>Volumen de probeta</i>	m ³	0.001	0.001	0.001	0.001
<i>Peso de probeta + Muestra</i>	kg				
1º	kg	6.834	7.040	6.956	7.172
2º	kg	6.842	7.072	9.914	7.130
3º	kg	6.874	7.086	6.944	7.100
4º	kg	6.858	7.114	6.906	7.140
5º	kg	6.846	7.106	6.924	7.140
6º	kg	6.874	7.132	6.942	7.130
7º	kg	6.864	7.094		
8º	kg	6.854	7.134		
9º	kg		7.134		
10º	kg				
<i>Peso de probeta</i>	kg				
1º	kg	1.620	1.826	1.742	1.958
2º	kg	1.628	1.858	1.700	1.916
3º	kg	1.660	1.872	1.730	1.886
4º	kg	1.644	1.900	1.692	1.926
5º	kg	1.632	1.892	1.710	1.926
6º	kg	1.660	1.918	1.728	1.916
7º	kg	1.650	1.880		
8º	kg	1.640	1.920		
9º	kg		1.920		
10º	kg				
<i>Pesos elegidos</i>	kg				
1º	kg	1.644	1.920	1.730	1.926
2º	kg	1.640	1.918	1.742	1.926
3º	kg	1.632	1.920	1.728	1.916
<i>Promedio</i>	kg	1.640	1.920	1.730	1.920
<i>Peso Unitario</i>	kg/m ³	1262.530	1478.780	1335.47	1481.35

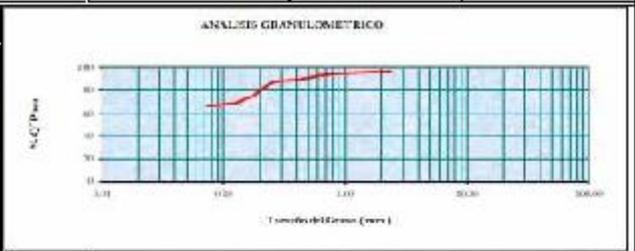
Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCILAGO DE CACTUS PARA EFECTOS DE LUFYAS, LA VERA YQUE, 2021
 Solopista: OSCAR FIDEL VELAZCO TELLO

Proyecto: ANALISIS GRANULOMÉTRICO
 Norma: NPT 339.125

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

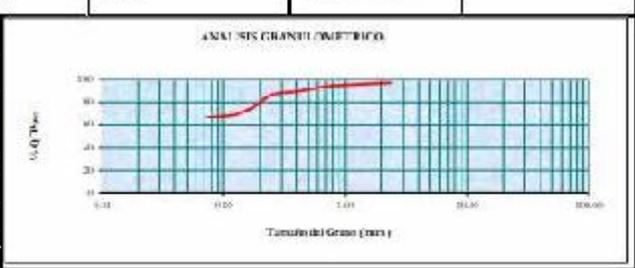
Para Fines de la Muestra Seca	236.09	Gr	Ubicación:	Pl. Santa Rosa	D60 =	11.76	Cu =	25.139
Para de la Muestra Después del Lavado	223.73	Gr	Estado:		D30 =	2.46	Cc =	1.323
Preeldos por Lavado	12.36	Gr	Porcentaje:		D10 =	0.47		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasó
		(g)	(%)	
8	2.350	7.76	3.27	96.62
20	0.840	3.68	1.21	94.42
30	0.540	4.72	1.86	92.36
40	0.420	6.98	2.86	89.47
60	0.250	7.69	3.08	86.39
80	0.177	7.00	2.87	75.52
100	0.149	7.36	3.21	72.31
125	0.125	7.02	2.84	68.87
200	0.074	5.90	2.52	66.35
Calculata		152.61	66.45	
Total Retenido:		233.00	100.00	



Para Fines de la Muestra Seca	279.43	Gr	Ubicación:	IV. Horta & rich	D60 =	11.95	Cu =	25.344
Para de la Muestra Después del Lavado	223.34	Gr	Estado:		D30 =	2.46	Cc =	1.323
Preeldos por Lavado	56.07	Gr	Porcentaje:		D10 =	0.47		

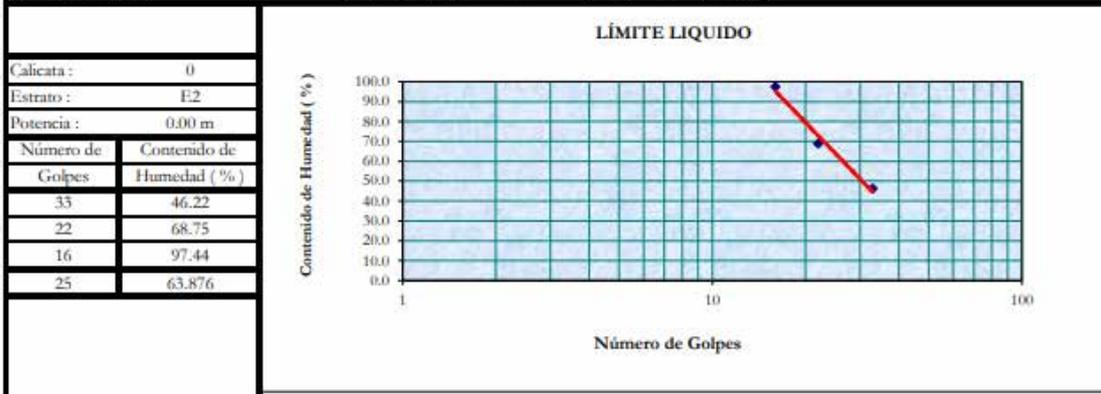
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasó
		(g)	(%)	
8	2.350	6.64	2.83	90.17
20	0.840	6.75	2.82	82.25
30	0.590	4.89	2.03	91.32
40	0.420	6.68	2.96	88.26
60	0.250	7.25	3.22	85.14
80	0.177	25.43	11.24	74.85
100	0.140	7.88	3.36	70.49
125	0.125	7.82	3.47	67.02
200	0.074	5.45	2.42	64.60
Calculata		145.65	64.60	
Total Retenido:		275.44	100.00	



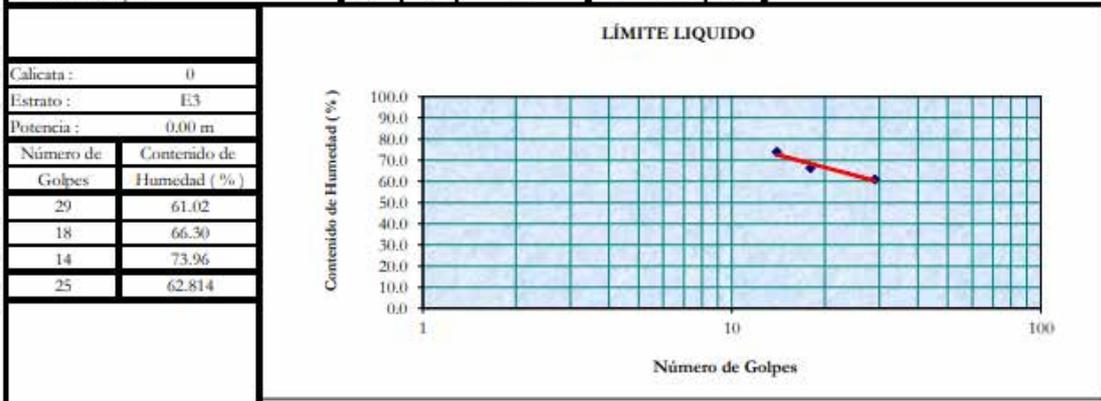
Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
 Solicitado: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO

Ensayo : LÍMITES DE ATTERBERG
 LÍMITE LÍQUIDO Norma : ASTM D 4318
 LÍMITE PLÁSTICO Norma : ASTM D 4319

LIMITES DE ATTERBERG		Ubicación : PJ. Santa Rosa			Potencia :		
		Estrato : E2					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	44.00	40.00	43.60	47.20	34.40	40.20
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	38.50	34.50	36.00	46.50	33.70	39.40
Peso de la Tara	Gr	26.60	26.50	28.20	44.60	31.80	37.60
Peso de la Muestra Seca	Gr	11.90	8.00	7.80	1.90	1.90	1.80
Peso del Agua	Gr	5.50	5.50	7.60	0.70	0.70	0.80
Contenido de Humedad	%	46.22	68.75	97.44	36.84	36.84	44.44
Número de Golpes		33	22	16	Promedio : 39.38		



LIMITES DE ATTERBERG		Ubicación : UV. Hector Aurich			Potencia :		
		Estrato : E3					
		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	53.70	39.50	47.10	26.90	30.50	31.10
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	46.50	33.40	40.00	26.20	29.70	30.50
Peso de la Tara	Gr	34.70	24.20	30.40	24.10	27.80	28.40
Peso de la Muestra Seca	Gr	11.80	9.20	9.60	2.10	1.90	2.10
Peso del Agua	Gr	7.20	6.10	7.10	0.70	0.60	0.60
Contenido de Humedad	%	61.02	66.30	73.96	33.33	31.58	28.57
Número de Golpes		29	18	14	Promedio : 31.16		





SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
BANIL, SEDEAR N° 117- TEL: 071-28272 - COLIBRI/012 - FPM 4990423 - LAMBAYEQUE
RESOLUCION N° 303667-2017/OSD - INDECOPI
CODIGO CONSUCODE N° S0023520

ABSORCION

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
F. ENSAYO: Oct-21

		Pl. Santa Rosa	UV. Hector Aylich
1	FIOLA + AGUA + MUESTRA SSS	741,52 gr	732,25 gr
2	FIOLA	185,75 gr	185,68 gr
3	AGUA	462,77 gr	453,25 gr
4	MUESTRA SSS	100 gr	100 gr
5	TARA + MUESTRA SECA	158,73 gr	186,07 gr
6	TARA	73,25 gr	84,68 gr
7	MUESTRA SECA	52 gr	35,68 gr
8	ABSORCION	7,54%	0,95%

DETERMINACION DEL PH

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
F. ENSAYO: Oct-21

	Mucilago de cactus
PH	4,25

CONTENIDO DE SALES

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
F.ENSAYO: Oct-21

	Mucilago de cactus
SALES	Na Cl, Cao

IDENTIFICACION DE METALES PESADOS

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
F.ENSAYO: Oct-21

	Mucilago de cactus
Fe 2 + (ppm)	245.58

PORCENTAJE DE VOLATILES

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
F.ENSAYO: Oct-21

	Mucilago de cactus
SUSTANCIAS VOLATILES	Etileno, propano, n- propano CO2

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE LIQUIDOS - MUCILAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
F. ENSAYO: Oct-21

. Balanza electronica . Estabilizantes
. Probeta . Agua

pd	1.113	gr/ml
m (p+d)	354.25	gr
m (p+w)	336.72	gr
mp	89.24	gr
pw	1	gr/ml

pd densida de la disolucion
m (p+d) masa del liquido contenido en la probeta
m (p+w) masa del agua contenida en la probeta
mp peso de la probeta vacia
pw densida del agua

DETERMINACION DE LA VISCOCIDAD

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021
F. ENSAYO: Oct-21

	Mucilago de cactus
VISCOCIDAD (dl/gr)	2.75

ENSAYO DE DETERMINACION DEL PESO (NPT 399,613)

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021

F.ENSAYO: Oct-21

.Brocha

.Balanza electronica con sensibilidad de 0,5 gr

Analisis de los datos del ensayo de determinacion del peso

Adobe Nº	PESO 1 (kg)	PESO 2 (kg)	variacion (%)
PESO 1	8.256	8.256	0.000%
PESO 2	8.364	8.364	0.000%
PESO 3	8.25	8.25	0.000%
PESO 4	8.95	8.95	0.000%
PESO 5	8.45	8.45	0.000%
PESO 6	8.69	8.69	0.000%
PESO 7	8.12	8.12	0.000%
PESO 8	8.82	8.82	0.000%
PESO 9	8.456	8.456	0.000%
PESO 10	8.365	8.365	0.000%
PESO 11	8.135	8.135	0.000%
PESO 12	8.794	8.794	0.000%
PESO 13	8.425	8.425	0.000%
PESO 14	8.329	8.329	0.000%
PROMEDIO	8.457		

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NPT 399,613)

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021

F.ENSAYO: Oct-21

.Brocha

.Regla de acero graduada de 30 cm

Datos del ensayo de variacion dimensional

ADOBE Nº	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)
VD1	30	30	30	30	21	20	20	20	8.2	8.9	8.2	8.9
VD2	31	30	30	31	20	20	20	20	8.4	8	8.4	8
VD3	30	30	30	30	20	20	20	20	8.7	8.2	8.7	8.2
VD4	31	30	31	30	20	20	20	20	8.4	8.6	8.4	8.6
VD5	30	30	30	30	20	21	21	21	8.6	8.4	8.6	8.4
VD6	30	30	30	30	20	20	20	20	8.6	8.2	8.6	8.2
VD7	30	30	30	30	20	20	20	20	9	8.4	9	8.4
VD8	30	30	30	30	20	20	20	20	9.4	8.6	9.4	8.6
VD9	30	30	30	30	20	20	20	20	8.5	8.1	8.5	8.1
VD10	31	30	30	30	21	21	21	21	8.1	8.9	8.1	8.9
VD11	30	30	30	30	20	20	20	20	9.2	8.1	9.2	8.1
VD12	27	30	30	30	20	20	20	20	8.6	8.5	8.6	8.5
VD13	30	30	30	30	20	20	20	20	9.2	8.3	9.2	8.3
VD14	30	30	30	30	20	20	20	20	8.7	8.7	8.7	8.7

ENSAYO DE ALABEO (399,613)

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021

F.ENSAYO: Oct-21

- .Brocha
- .Regla de acero graduada de 30 cm
- .Varilla de metal con punta redondeada

Analisis de los datos del ensayo de alabeo

ADOBE Nº	BORDES (mm)		SUPERFICIES (mm)	
	BORDE CONCAVO (mm)	BORDE CONCAVO (mm)	BORDE CONCAVO (mm)	BORDE CONCAVO (mm)
ALABEO 1	9			9
ALABEO 2	12			4
ALABEO 3	11			1
ALABEO 4		9	1	
ALABEO 5		9	9	
ALABEO 6		9	9	
ALABEO 7		11	14	
ALABEO 8		9	9	
ALABEO 9	13			9
ALABEO 10		8	9	
ALABEO 11		1	7	
ALABEO 12		9	7	
ALABEO 13		9	3	
ALABEO 14		9	9	

CONVADIDAD	14.00	mm
CONVEXIDAD	11.00	mm

ESFUERZO MINIMO DE ROTURA : COMPRESION A LA UNIDAD

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021

F.ENSAYO: Oct-21

Muestra de Adobe al 9%

	Superior		Inferior		Promedio	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
Muestra 1	29	19	29	19.5	29	19.25
Muestra 2	29	19.3	29	19.5	28.5	19.4
Muestra 3	29	20	29	20	29	20
Muestra 4	29	20	29	20	29	20
Muestra 5	29	19.5	29	20	29	19.75
Muestra 6	28	20	29	20	28.5	20

Area	Carga	Resistencia a la compresion
558.25	6690	11.984
552.9	3760	6.801
580	5530	9.534
580	7040	12.138
572.75	3280	5.727
570	4350	7.632

Muestras a Promediar

Orden	Resistencia	Promedio	Verificacion
Muestra 1	11.984	10.322	Adobe Resistente Aceptable
Muestra 2	7.632		
Muestra 3	9.534		
Muestra 4	12.138		

Nota:

Unidades en Kilogramos y centímetros

Carga admisible :

6,12 kg/cm²

ESFUERZO MINIMO DE ROTURA : COMPRESION A LA UNIDAD

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021**

F.ENSAYO: Oct-21

Muestra de Adobe al 6%

	Superior		Inferior		Promedio	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
Muestra 1	28.5	19	28.5	19	28.5	19
Muestra 2	29	19	29	19	29	19
Muestra 3	29	19	29	19	29	19
Muestra 4	28.5	20	28.5	20	28.5	20
Muestra 5	29	20	29	20	29	20
Muestra 6	28	20	28	20	28	20

Area	Carga	Resistencia a la compresion
578.25	6690	11.584
532.9	3760	6.311
579	5530	9.434
581	7040	12.102
573.7	3280	5.457
571	4350	7.658

Muestras a Promediar

Orden	Resistencia	Promedio	Verificacion
Muestra 1	11.584	9.85775	Adobe Resistente Aceptable
Muestra 2	6.311		
Muestra 3	9.434		
Muestra 4	12.102		

Nota:

Unidades en Kilogramos y centimetros

Carga admisible : 8,14 kg/cm²

ESFUERZO MINIMO DE ROTURA : COMPRESION A LA UNIDAD

SOLICITADO: OSCAR FIDEL VELARDE TELLO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO CON MUCÍLAGO DE CACTUS
PARA EFECTOS DE LLUVIAS, LAMBAYEQUE, 2021

F.ENSAYO: Oct-21

Muestra de Adobe al 3%

	Superior		Inferior		Promedio	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
Muestra 1	29	20	29	20	29	20
Muestra 2	29	20	29	20	29	20
Muestra 3	29	20	29	20	29	20
Muestra 4	29	20	29	20	29	20
Muestra 5	29	20	29	20	29	20
Muestra 6	29	20	29	20	29	20

Area	Carga	Resistencia a la compresion
577.25	6690	11.600
533.9	3760	6.500
580	5530	9.890
582	7040	12.469
588.7	3280	5.904
569	4350	7.548

Muestras a Promediar

Orden	Resistencia	Promedio	Verificacion
Muestra 1	11.600	10.11475	Adobe Resistente Aceptable
Muestra 2	6.500		
Muestra 3	9.890		
Muestra 4	12.469		

Nota:

Unidades en Kilogramos y centímetros

Carga admisible : 10,12 kg/cm²

Anexo 4 Panel Fotográfico



Fig 1 . Calicata N° 1 muestra del suelo



Fig 2 Calicata N° 2 muestra del suelo



Fig 3. Cactus usado para la fabricación del estabilizante



Fig 4. Cactus cortados en pedazos pequeños



Fig 5. Licuado del Cactus



Fig 6 . Muestra para ensayar



Fig 7. Lavado de muestra



Fig 8 . Tamizado



Fig 9. Muestra en la copa Casa grande



Fig 10. Golpes a la copa de Casagrande para la determinación del límite líquido



Fig 11. Muestra de suela para determinar el límite líquido y límite plástico



Fig 12. Peso de muestra del suelo para la absorción



Fig 13. Remojo de la tierra para ser mezclada con agua estabilizada



Fig 14. Mesclado del agua para la elaboración de las unidades de adobe



Fig 15. Colocación del agua mezclada con el estabilizante



Fig 16. Secado de las unidades de adobe

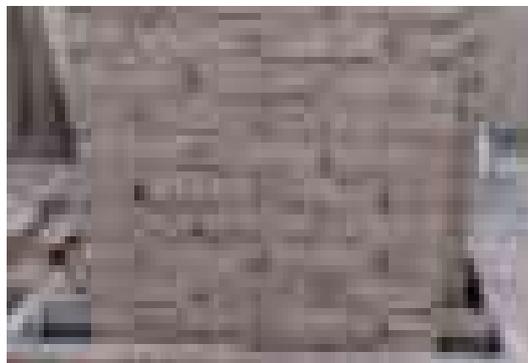


Fig 17. Muro construido con porcentaje de estabilizante