



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Incorporación del mucílago de la penca de tuna para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del barro, Ayacucho – 2023”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTOR:

Sanca Poccorpachi, Cinthya Cora (orcid.org/0000-0002-2218-8679)

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (orcid.org/0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA — PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo, primero a DIOS, por otorgar su sabiduría y nunca dejarme desamparada sola en mi camino como persona, porque quiere que sea mejor cada día, además que más adelante seré recompensada gracias a mi propio esfuerzo, no obstante agradezco a mi familia, porque siempre me apoya y a la universidad por brindarme docentes que son de buen guía y responder mi interrogante oportunamente, brindarme responsabilidades como enseñanzas para ser mejor profesional y ser mejor cada día.

Agradecimiento

Al divino todo poderoso por su sabiduría y a mi familia y sobre todo a mi novio que siempre me brinda su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

Agradezco también a la Universidad, por acogerme dentro de sus aulas y tomarla como casa de estudio profesional.

Finalmente, a los profesores de mi facultad, por sus esfuerzos y dedicación en la formación de buenos profesionales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGIA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.3. Población, muestra y muestreo	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos	28
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos	31
IV. RESULTADOS.....	32
V. DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de las muestras en base a los ensayos.....	26
Tabla 2. Análisis granulométrico.....	33
Tabla 3. Ensayo de la clasificación de suelo.....	34
Tabla 4. Ensayo y cálculo del contenido de humedad.....	34
Tabla 5. Resultado final del contenido de humedad.....	34
Tabla 6. Límites de Consistencia.....	34
Tabla 7. Resultados del ensayo de compresión del adobe común.....	35
Tabla 8. Resultados de compresión del adobe con 5% de mucilago.....	36
Tabla 9. Resultados del ensayo de compresión del adobe con 10% de mucilago de penca de tuna.....	37
Tabla 10. Resultados del ensayo de compresión del adobe con 19% de mucilago de penca de tuna.....	38
Tabla 11. Resultados del ensayo de flexión tratándose del adobe patrón.....	40
Tabla 12. Resultados del ensayo de flexión tratándose del adobe con 5% de mucilago de penca de tuna.....	41
Tabla 13. Resultados del ensayo de flexión tratándose del adobe con 10% de mucilago de penca de tuna.....	42
Tabla 14. Resultados del ensayo de flexión tratándose del adobe con 19% de mucilago de penca de tuna.....	43
Tabla 15. Resultados del ensayo de absorción del adobe patrón.....	45
Tabla 16. Resultados del ensayo de absorción tratándose del adobe con 5% de mucilago de penca de tuna.....	46
Tabla 17. Resultados del ensayo de absorción tratándose del adobe con 10% de mucilago de penca de tuna.....	47
Tabla 18. Resultados del ensayo de absorción tratándose del adobe con 10% de mucilago de penca de tuna.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Procedimiento de adaptación de la indagación del tema.....	30
Figura 2. Croquis de ubicación.....	32
Figura 3. Ubicación satelital.....	32
Figura 4. Curva Granulométrica.....	33
Figura 5. Ensayo de compresión del adobe patrón.....	36
Figura 6. Ensayo de compresión del adobe con 5% de mucilago.....	37
Figura 7. Ensayo de compresión del adobe con 10% de mucilago.....	38
Figura 8. Ensayo de compresión del adobe con 19% de mucilago.....	39
Figura 9. Resumen de resultados del ensayo a compresión.....	39
Figura 10. Ensayo de flexión del adobe patrón.....	40
Figura 11. Ensayo de flexión del adobe más el 5% de mucilago de penca de tuna.....	42
Figura 12. Ensayo de flexión del adobe más el 19% de mucilago de penca de tuna.....	44
Figura 13. Resumen de resultados del ensayo a flexión.....	44
Figura 15. Ensayo de absorción del adobe más el 19% de mucilago de penca de tuna.....	46
Figura 16. Ensayo de absorción del adobe más el 19% de mucilago de penca de tuna.....	47
Figura 17. Ensayo de absorción del adobe más el 19% de mucilago de penca de tuna.....	48
Figura 18. Ensayo de absorción del adobe más el 19% de mucilago de penca de tuna.....	49
Figura 19. Resumen de resultados del ensayo a la absorción.....	49

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Formula 1. Porcentaje de absorción.....	13
Formula 2. Resistencia a la compresión.....	14
Fórmula 3. Módulo de Rotura.....	15
Fórmula 4. Módulo de Rotura.....	16

RESUMEN

La siguiente investigación tiene como propósito analizar si la incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades físicas y mecánicas para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023, utilizando una metodología de tipo aplicada con un diseño experimental, porque se ha manejado la variable independiente que es el mucilago de penca de tuna para cumplir con los objetivos propuestos respecto a la variable dependiente, puesto que, las dosificaciones con las que se trabajó fueron del 5%, 10% y 19% en relación al agua total. Cuyos resultados ante los esfuerzos físicos y mecánicos fueron favorables para esta investigación, ya que en el ensayo de compresión se obtuvo los siguientes resultados, 12.5 kg/cm², 11.2 kg/cm² y 9.1 kg/cm² a comparación del adobe normal 8.9 kg/cm²; así mismo en el ensayo de flexión se obtuvo los siguientes resultados, 10.93 kg/cm², 12.62 kg/cm² y 9.1 kg/cm² con respecto al adobe común que fue 7.43 kg/cm² y finalmente en absorción los resultados fueron magníficos porque fueron de manera creciente respecto a la resistencia contra el agua 20.16%, 17.28% y 15.05%, mientras que el adobe patrón absorbió mayor cantidad de agua en 24 horas.

Por lo tanto, se recomienda el uso del mucilago de penca de tuna como aditivo natural para el mejoramiento de la elaboración del ladrillo de barro, compuestos de materiales super accesibles para la zona sierra.

Palabras claves: Físicas, adobe, mucilago, mecánicas.

ABSTRACT

The purpose of the following investigation is to analyze whether the incorporation of the prickly pear stalk mucilage in the mud will improve the physical and mechanical properties for the elaboration of adobe, Ayacucho-2023, using an applied type methodology with an experimental design, because it has been The independent variable, which is the prickly pear mucilage, was managed to meet the proposed objectives with respect to the dependent variable, since the dosages with which we worked were 5%, 10% and 19% in relation to total water. Whose results before the physical and mechanical efforts were favorable for this investigation, since in the test of compression the following results were obtained, 12.5 kg/cm², 11.2 kg/cm² and 9.1 kg/cm² compared to the normal adobe 8.9 kg/cm² ; Likewise, in the bending test, the following results were obtained: 10.93 kg/cm², 12.62 kg/cm² and 9.1 kg/cm² with respect to common adobe, which was 7.43 kg/cm² and finally, in absorption, the results were magnificent because they were so increasing with respect to resistance against water 20.16%, 17.28% and 15.05%, while the standard adobe absorbed a greater amount of water in 24 hours.

Therefore, the use of prickly pear mucilage is recommended as a natural additive to improve the production of mud bricks, composed of highly accessible materials for the highlands.

Keywords: Physical, adobe, mucilage, mechanical.

I. INTRODUCCIÓN

A **nivel internacional**, desde mucho tiempo atrás los humanos siempre tenían la necesidad de adaptarse al repentino cambio climático, ya sea de las altas o bajas temperaturas, lluvias, etc. Utilizando como primeros recursos las ramas, las hojas, pieles de animales como abrigo y habitan las cuevas para refugiarse; mientras iba pasando el tiempo el hombre ya tenía como prioridad vivir bajo un techo por ende empezaron a tener curiosidad por construir un lugar donde habitar, entonces empezaron con chozas vulnerables al frío y lluvia, posteriormente cuando el hombre se vuelve sedentario empezaron a construir viviendas más desarrolladas que les permitiera protegerse por un tiempo más indefinido, desarrollando así su ingenio y experimentando con los materiales que la naturaleza les pudiera brindar como la tierra, piedras, madera, etc. Siendo la tierra el más usado, ya que es de fácil obtención y manipular, siendo un material que se encuentra en la superficie terrestre. En los inicios de la fabricación de este material se construyeron viviendas con unidades redondeadas, debido a que la forma del adobe era moldeada manualmente, llamados adobes arqueados, con una base plana y cierta parte superior de forma circular, mientras más va pasando el tiempo el adobe atraviesa una transformación modificando así su forma y añadiéndoles materiales que ayudaran con la durabilidad del adobe (Estrada, 2019). Mientras se pueda variar los materiales de la elaboración del adobe para lograr tener un mejor comportamiento ante fuerzas externas o cambios climáticos para que el hombre se encuentre cómodo y seguro habitándola, el método constructivo será favorable para las personas y así se pueda aumentar la construcción del adobe a nivel internacional.

A **nivel nacional** en el Perú las edificaciones de adobes han sido y son muy comunes en las zonas rurales debido al costo mínimo y a la fácil obtención de los insumos que contiene al elaborarlo y por ello el bloque de barro ha transformado en un material de construcción esencial para las edificaciones de la zona rurales y costeras, muchas de estas construcciones son en las alturas de las montañas o incluso en las riberas del río, por el sorpresivo cambio climático las viviendas han sido severamente afectadas por los huaycos, las inmensas lluvias, las granizadas, los vientos fuertes, etc. han logrado el colapso

de las mismas, según la última estadística censal a nivel nacional indico que desde 2'148,494 casas, el 27.9% vienen a ser de barro, es por ello que tienen una fundamental importancia del mejoramiento acerca de sus implementos de construcción (CENEC, 2017), en la actualidad es muy común ver construcciones de adobes tradicionales construidas sin utilizar ningún método tecnológico para la mejora en sus propiedades físicas y mecánicas del barro.

A **nivel regional** teniendo en cuenta que en Ayacucho en la zonas más alejadas se concentra la mayor cantidad de construcciones del adobe por su fácil accesibilidad al costo, un material de bajo consumo de energía, además de ser un material ecológico, es más común la utilización de los adobes tradicionales con ichu o paja, que agregándole otro insumo como aditivo por falta de conocimiento, ya que la viscosidad de la planta de tuna pueden ser el mejor factor para el adobe, teniendo así una mayor durabilidad y resistencia. Desafortunadamente, hoy en día el adobe está siendo reemplazado por la aparición de nuevos materiales de construcción como bloques de cemento o ladrillos porque, este si cumple con los requisitos de flexión o llega a su máxima resistencia. Es por ello que, para la optimización de las propiedades del bloque de barro se plantea blindar y estabilizar con la viscosidad de la penca de tuna, generando así un aditivo de mínimo coste que refuerce la conducta y la calidad de fabricación de las cantidades de albañilería en adobe, un aditivo natural que carece en las zonas sierra que es usado

Después de lo expresado, en el siguiente proyecto se plantea el siguiente **problema general** que es ¿De qué manera la incorporación del mucílago de la penca de tuna mejorará las propiedades físicas y mecánicas del barro para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023?. Así mismo se formulan los mencionados **problemas específicos** que es ¿De qué manera la incorporación del mucilago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades físicas para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023?, ¿De qué manera la incorporación del mucilago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades mecánicas para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023? y ¿De qué manera la incorporación del mucilago de la penca de tuna en el barro en proporción al 5 %, 10% y 19% mejorará las propiedades físicas y mecánicas del adobe, Ayacucho- 2023?. Además, se cuenta con una **justificación teórica**; en

este trabajo de investigación se resolverá la óptima dosificación del mucílago de la penca de tuna en el barro para la preparación del adobe, con la finalidad de obtener un mejor resultado en las propiedades físicas y mecánicas al ser sometidas ante fuerzas externas, logrando así obtener un aporte valioso para futuras investigaciones nacionales y se pueda ampliar el uso de la penca de tuna. Además, como **justificación metodológica**; alcanzar felizmente los propuestos objetivos, donde se fijará un proceso de método moderado y sistematizado, siguiendo así el cumplimiento de las pautas necesarias del método de investigación, cabe recalcar que la técnica de investigación a que se utilizara es la cuantitativa, así mismo se elaborará muestreos, ensayos en laboratorios y entrevistas a la población para recopilar correctamente la información adecuada y necesaria que nos ayude a verificar y corroborar nuestras hipótesis. Posteriormente a la validez y confirmación de nuestra investigación se pueda convertir en una guía para indagadores a futuro. Sobre la **justificación técnica**; si bien existe antecedentes de diferentes estudios con la adición de extracto naturales en el adobe obteniendo buenas conclusiones en lo que es el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas en el barro, es poco universal la agregación del mucílago de penca de tuna, a pesar que estas abundan en la zona sierra, por lo que es necesario contar con un aporte técnico en la utilización de dicha adición a la preparación del adobe durante el proceso constructivo, este aporte nos brindara la dosificación necesaria a emplear al adobe, las características necesarias, entre otros. Esta investigación cuenta con **justificación social**, porque está enfocado a un sistema constructivo mejorado en los sectores rurales, donde más se concentra el uso de dicho material (la penca de tuna), también pudiendo ser extendido la información e investigación hacia otras zonas más alejadas en las parte sierra del Perú, donde también emplean el mismo sistema constructivo de un adobe tradicional, dicho esto, el fortalecer las propiedades mecánicas y físicas del adobe adicionando el mucílago de la penca de tuna mejoraría la calidad de vida de los pobladores porque estos serían más resistentes a la intemperie, siendo así de gran aporte a las zonas rurales. Para la **justificación económica** se tiene un agradable concepto, ya que los materiales a utilizar se encuentran en abundancia en las zonas rurales, sin mencionar que los pobladores solo ven a la tuna como una simple fruta y no como un aporte a la zona, ya que si se aprovecha la adición del

material de la tuna al adobe se podría obtener buenos resultados y sería un aporte positivo para la sociedad. De esta manera se lograría tener un costo decreciente en los adobes con mucilago de la penca de tuna incorporada. Es decir, se puede alcanzar un material mucho más resistente al clima disminuyendo su costo. Sobre la **justificación ambiental**, busca conservar que el adobe sea el sistema constructivo más sostenible que el hombre emplea, ya que durante su proceso aplica recursos que no daña, ni contamina al ecosistema, durante la elaboración del adobe con mucilago de penca de tuna o se requiere de procesos contaminantes ya que el trabajo es de manera manual sin requerir de alguna sustancia química o que altere al medio ambiente. Esto quiere decir que el proyecto busca darle necesidad al uso de la tuna como una buena alternativa para aprovecharlo al máximo en su fabricación de adobe. Tenemos como **objetivo general**, analizar si la incorporación del mucilago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades físicas y mecánicas para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023. Con unos **objetivos específicos** siendo, determinar si la incorporación del mucilago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades físicas para la elaboración del adobe, Ayacucho-2023. Determinar si la incorporación del mucilago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades mecánicas para la elaboración del adobe, Ayacucho-2023. Determinar si la incorporación de la penca de tuna en el barro en proporción al 5 %, 10% y 19% mejorará las propiedades físicas y mecánicas del adobe, Ayacucho- 2023. La **hipótesis general** del proyecto viene a ser, la incorporación del mucilago de la penca de tuna mejora las propiedades físicas y mecánicas del barro, Ayacucho – 2023 y las **hipótesis específicas** serán, la incorporación del mucilago de la penca de tuna mejora las propiedades físicas del bloque del barro, Ayacucho – 2023. La incorporación del mucilago de la penca de tuna mejora las propiedades mecánicas del barro, Ayacucho – 2023. La incorporación del mucilago de la penca de tuna en el barro en proporción al 5%, 10% y 19% mejora las propiedades físicas y mecánicas del adobe, Ayacucho- 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de obtener un buen trabajo de investigación se realizó diversos estudios, por lo cual en el **ámbito internacional** se sujeta a **Lopéz, A. (2018)**, en su investigación tiene como objetivo que se determinó las propiedades mecánicas de los bloques de tierra agregando un gel de origen vegetal, es por ello que la metodología utilizada fue experimental, aplicando los procedimientos considerables siendo estos viables y cien por ciento ecológicos. Los resultados de esta investigación indica que la demostración realizada con GOV que vendría a ser gel de origen vegetal, donde alcanzaron una resistencia superior mecánica a comparación del punto de referencia, por otro lado, la resistencia a la compresión alcanza un 7,34 N/m² en promedio, aumentando un 134% y la resistencia a flexión con 3,88 N/m² de promedio, aumentando un 300% en base al punto de referencia. El mejor ensayo realizado por los esfuerzos a flexión y compresión fue con la muestra1 más el 22% de gel vegetal, dicha muestra contiene el 100% de tierra y 22% de gel de origen vegetal, con un tiempo prolongado de maceración aproximadamente de 28 días. En conclusión se verificó que la tierra tiene mayor resistencia con el GOV, además que se encuentra situado en la resistencia de los altos estándares, porque tiene una superior resistencia a la compresión a diferencia de las constructivas técnicas estudiadas hasta la actualidad como un grupo de tierra no aplastado, adquiriendo una muestra con un 300% a flexión y 134% a compresión. **García (2017)**, tuvo como objetivo diseñar el molde principal del barro con agregados naturales para aumentar las propiedades mecánicas y limitar la permeabilidad; es por ello que su metodología fue experimental, donde se realizaron ensayos de permeabilidad y ensayos de resistencias en bloques de adobe, cuya dimensión es de 10cm x 22cm x 30cm y de 10cm x 22cm x 15cm. Además que, los valores que se han obtenido en los ensayos de resistencia ya sea de compresión o flexión se ejecutó un análisis de varianza y como resultados, las muestras que fueron realizadas con resina de pino del 15% y las de resina de pino con heces de burro igual con el 15% tuvieron un mayor tiempo de desintegración en el agua, obteniendo mayor resistencia a la compresión, sin embargo tras pasar el tiempo los adobes fabricados solo con suelo y el

15% de resina acabaron quebrándose, a lo que llevo que solo el adobe de suelo con heces de burro más el 15% de resina de pino se le ejecuto la prueba de permeabilidad, de resistencia a flexión y a la compresión. En conclusión los especímenes del barro mejoró con la resina de pino en base a la absorción del agua con el 18,90%, adicionando su resistencia a la compresión con 5.87 MPa, sin embargo no fue tan rico en su resistencia a la flexión porque tuvo un similar resultado a los adobes sin aditivos naturales.

Cervantes (2014), en esta investigación tiene un principal objetivo que fue evaluar la propiedad física del mucilago del nopal, y verificar si es beneficioso para la productividad de los bloques de adobe para aumentar su resistencia a compresión y así ser usados como seguridad elemental de estructuras, y tiene como metodología descriptiva. Obteniendo así unos óptimos resultados porque la resistencia al hundimiento de 15 kg/cm² de fuerza consigue los 14,74 kg/cm² con una diferencia solo de 0,26 kg/cm², a lo que refiere que el uso de adobes para la construcción es seguro. Se llega a la conclusión que el aditivo natural tiende a dar mejor resistencia al material constructivo, además que el proyecto es de material natural y reciclable y fácil acceso de uso porque es abundante nopal en el sitio ubicado de la investigación. Como **antecedentes nacionales** se tiene a Quintana y Vera (2017), en su tesis cuyo objetivo fue diseñar adobes super resistentes ante la humedad adicionando con el mucilago de la tuna, viendo la mejora de sus propiedades impermeabilizantes en el barro, además que la metodología en este estudio fue cuantitativo como un enfoque con un nivel descriptivo, cuyo método aplicado fue el hipotético- deductivo y de diseño tipo experimental; contando con una población de 300 adobes totales con medidas de 25x 13x 10 cm donde se le sustituye al agua por el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de mucilago de tuna, donde se realizaron los respectivos ensayos de laboratorio de Granulometría y de Humedad a los 7 días de curado porque aparentaba un secado total, los resultados de la resistencia a la compresión es mayor cuando se aumenta más mucilago de tuna en los bloques de adobe; pasado los 30 días se efectuaron los ensayos de absorción y resistencia, en ensayo de absorción con 75% y 100% de humedad siendo estos los únicos evaluados porque el resto perdió porcentajes de masa, mientras que al ser evaluados las muestras en el ensayo de succión de adobes con el 50%,

75% y 100% de mucilago resistieron en cambio a los demás al tener contacto con el agua empezó a desaparecer perdiendo peso y masa, a lo que conllevó a una conclusión que el material de adobe reforzado tiene positivos resultados en cuanto a los ensayos de resistencia en general (compresión del 100%, erosión del 75 y 100 % y absorción) con mucilago a comparación de un adobe normal. Nieto y Tello (2019), tuvo como objetivo diseñar adobe estabilizado con adición de mucilago de penca de tuna un material natural y rico en las zonas rurales que proviene de la planta de tuna para incrementar sus propiedades tanto física como mecánicas y ser usado como un ingrediente principal de la construcción para incrementar las viviendas con una mayor vida útil, usando una metodología cuyo enfoque es cuantitativo con un diseño de investigación experimental, de la cual se toma toda la población de la región sierra para las encuestas y se tomó 5 tipos de adobe con 40cm x 20cm x 13cm de dimensiones 8.5 kg/L%, 11.3 kg/L%, 13 kg/L% 18 kg/L%, y 20.5 kg/L% de resolución del mucílago de la penca de tuna respectivamente en agua; los ensayos que se efectuaran ante las cantidades de albañilería son los físicos y mecánicos, en donde el primero se evalúa la conducta del bloque ante lluvias fuertes para esto se realiza el ensayo de agua y para las posibles inundaciones se realiza el ensayo de absorción, mientras que en el segundo se realiza la evaluación de resistencia expuestos a distintos esfuerzos como el ensayo de flexión y compresión. No obstante, los resultados fueron basados a diferencia con una muestra común de adobe tradicional que dispone de una resistencia de 18.83kg/cm² como valor a la compresión, siendo así un valor muy bajo a comparación de los demás bloques reforzados con tuna dando como valores de promedio de D: 23.30 kg/cm² con 20.5% y D: 25.20 kg/cm² con 18%. Esto quiere decir que la resistencia a la compresión de ambos porcentajes con agregado de mucilago es mayor que la de un tradicional; mientras que en flexión la resistencia es de 17.58 kg/cm² donde tiene un valor muy pobre comparando con los otros bloques de D: 17.62 kg/cm² con 20.5% y D: 17.61 kg/cm² con 18%. Por otro lado, la absorción de la muestra tradicional no se pudo identificar, porque cuando se retiró los adobes del agua empezaron a desintegrarse muy rápido, a lo que conllevó a no realizar de forma adecuada la prueba pero los adobes que contenían mayor mucílago de tuna obtuvieron mejores respuestas por

ejemplo D: 18% con 11.43% y D: 20.5% con 10.99%. En conclusión, la unidad fijada presenta buenos números finales que el adobe común, se conoció que las dosificaciones mejores de 18.0 % y 20.5% en compresión alcanzaron un 25.2 kg/cm² y 23.3 kg/cm², mientras que en flexión obtuvo 17.61 kg/cm² y 17.62 kg/cm², así mismo en absorción tiene 10.99% y 11.43%, y por último en inmersión se pasó con leves daños y en la prueba de chorro de agua con 5.31 mm y 4.89 mm de hondura de penetración. Figueroa (2020), en su tesis tuvo como objetivo dar a conocer que la tierra determine un importante desempeño agregándole el mucilago para incrementar las mecánicas propiedades y físicas del suelo y observar las comparaciones que se tiene con y sin el agregado natural, usa la metodología experimental donde se desarrolló algunos ensayos como el proctor modificado, el CBR y Límites de Atterberg con agregado natural más el terreno natural, de este modo se distinguió las siguientes proporciones de 30%, 45% y 70% tomando como muestra 3 calicatas del distrito de Lurín. Los resultados son los siguientes, en base a su Optimo Contenido de Humedad, tiene como terreno natural 13.7% con el 30% de mucilago, por otro lado el OCH como terreno natural es de 14.04% agregando el 45% de mucilago y por ultimo tiene OC de 14.16% con MPT de 70%.La resistencia del terreno natural es de 1.846 gr/cm³, mientras que con el 30% de agregado natural es de 1.855 gr/cm³, así con el 45% es de 1.856 gr/cm³ y con el 70% cumple el 1.861 gr/cm³, además con el ensayo del porcentaje de expansión el terreno natural es de 1.039% a diferencia del 30% de agregado tiene como expansión 0.998%, MPT 45% adquiere el 0.970% y el 70% de mucilago cumple con el 0.835. En conclusión gracias a los ensayos se reflejó claramente que es posible el uso del mucilago porque tiene un costo insignificante a comparación de un especial diseño para las edificaciones y se propuso que se ocupen más investigaciones para que este sea utilizado con el agregado natural que se amerita. Como artículos científicos se tiene a **Rivera (2017)**, su objetivo fue dar a conocer las propiedades principales de los adobes, como el físico y mecánico, importantes saber para la mejora del barro como material de construcción y determinar si corresponde ante una evaluación sismoresistente, es por ello que su metodología aplicada tenía una interpretación de estado experimental sobre las probetas de adobe tradicional para proceder a realizar una

evaluación analítica y se cotejaron los resultados a diferencia de diferentes indagadores de diferentes países. En conclusión, se fomentó una guía constructiva de las características del material, donde se espera que sean importantes para los posibles futuros constructores que puedan guiarse con esta guía y puedan mejorar con la resistencia del material a la edificación u otras modalidades, por lo que es muy importante el estudio de los procedimientos con materiales y técnicas que sean positivos ante su comportamiento como una condición estructural para resistir los efectos de la actividad sísmica. **Saldivar y Albarracin (2017)**, indicó en el siguiente artículo que sostuvo como objetivo perfeccionar el comportamiento estructural para evaluar que sea resistente ante un sismo como una vivienda de adobe, a lo que se evaluaron distintas maneras de amarre, analizando lo primordial que tan costoso sería y viendo sus condiciones técnicas en el punto donde se hará el estudio; es por ello que contiene una metodología aplicada que es experimental donde el instrumento principal fue diseñar dos modelos con reducida escala de 1:2. Donde el modelo número 1 tuvo un diseño con bloque de barro tradicional sin ningún reforzamiento y el modelo número 2 fue lo contrario y para que tenga un mejor acabado se lanza un mortero cementicio luego de agregar la malla. Posteriormente en este se alcanzó un resultado donde el modelo primero que no está reforzado salió sin daño alguno hasta conseguir una rapidez arriba de la base a 0.30g, mientras que en el segundo espécimen que sí está reforzado consiguió un comportamiento bueno ante las aceleraciones sobrepuestas en la base; no obstante, con el aumento constante de la aceleración se ocasionaron desprendimientos en la base de hormigón, luego de ello su movimiento fue como adobe rígido. Finalmente se concluye que el refuerzo consiste en una alternativa muy buena para disminuir el colapso de las edificaciones en adobe frente a los movimientos severos generados ante un sismo. Por otro lado se tiene a **Rivera (2020)**, que en su revista mantuvo cuyo objetivo de reservar y potenciar el conocimiento antiguo de las técnicas de propiedades y procesamiento del adobe, actualmente este material está siendo amenazado de desaparecer de la construcción a cambio de otros materiales universal, además que cuenta con una metodología experimental de manera aplicada donde adquirió con un enfoque importante que es el cuantitativo, además que

cuenta con un resultado magnifico de la tierra, porque momentos antes de realizarse la instalación se construyó un sistema de adaptacion con anclaje para que los elementos empleados se unan fuertemente entre ellos, que a su vez contiene encajar las tapas de botella en el medio de cada espacio, Y finalmente como conclusión en la investigacion se menciona que es muy necesario aprender tanto la física como la arquitectura de la región para el conocimiento claro del lugar, su entorno y el paisaje, como tambien los aspectos y técnicas culturales como sociales que lo rodean, y asi exceder los recelos que van en contra de la construccion. Como **artículos científicos** en **otro idioma** se tiene a NSHIMIYIMANA (2020), in this scientific study, the fibers are analyzed for a mechanical improvement of the adobe blocks, said product coming from the okra plant with polymeric residues, which leads to a main objective, which is to determine the effects that the natural fiber brings in the properties mechanical of adobe in building construction. In this way, there is a methodology applied quantitatively at in experimentals level, because this consists of the design of samples of adobe blocks protected with okra fiber with a dimension of 30mm whose percentage added to the mud is 0%, 0.2%, 0.4 %. 3.9Mpa and 2.9Mpa, in conclusion, are suitable for the construction of non-bearing walls only because adding 0 to 1.2% of natural fiber, it was verified that the compressive strength is reduced when wet with 4.3 to 2.9MPa. Ekinci, Kantarci, Sarici y Turkmen (2017), In his article, he set the objective of managing the physical-mechanical properties of clay blocks stabilized with gypsum and slag to analyze the benefits applied to construction, it was verified that his methodology is of an experimental type and they handled with four samples of different compositions that were soil, SAI, gypsum and straw fibers; where they taken were to to carry the laboratory out the resistance tests, the results of the tests have been favorable, starting with the compression test with plaster, it had a higher result than the rest, however there was no comparison with the result when using EFS. In conclusion, the adobe design has been improved with good results in curing from 7 to 28 days with the addition of gypsum and straw fiber as soil stabilizer. **DUARTE (2018)**, em seu artigo ele mencionou que o objetivo era destacar as posições reais do projeto de adobe para avaliar o comportamento de solos estabilizados com fibras, uma vez que é realizado com uma metodologia

aplicada quantitativamente em nível experimental porque consiste na produção de adobe reforçados com fibra de coco com percentuais de 0%, 0,13% e 0,2% do peso total da amostra, obtendo bons resultados no ensaio de resistência à compressão das amostras com a adição dos percentuais 0%, 0,13% e 0,2%, foram obtidos 1,81 Mpa, 1,42 Mpa e 1,62 Mpa, nos ensaios de resistência à tração 0,2 Mpa, 0,19 Mpa e 0,17 Mpa, chegando-se a conclusão que, a adição de fibras apresentou oscilação da resistência mecânica, por outro lado, uma vez que não aumentar a demanda de umidade e diminuir o proceso de fissuração, pode ser adotado na camada de cobertura.

Como bases teóricas se tiene el **mucilago de la penca de tuna**, donde se menciona que la penca es una planta familiar de los cactus ya que contienen casi similares los rasgos físicos, estas plantas dan frutos que es la tuna donde renacen de las pencas llamadas también químicamente cladodios, las cuales miden de 30 a 60 cm de largo, con un de ancho 20 a 40 cm y un espesor de 2 a 3 cm, donde se trabajara con el mucilago que se halla dentro de los cladodios, para retirar dicha goma que se usará como estabilizador se realiza el siguiente procedimiento es limpiar y remojar las pencas en agua por 18 a 20 días (20°C) o 7 a 14 días (20 a 25°C) como también se puede licuar formando una goma espesa, para finalmente no solo en lo saludable sino también se usa en el ámbito industrial o en la construcción.

Opinión del **adobe**: por lo general es una mezcla entre el barro con la paja realizado manualmente, teniendo una forma particular de un ladrillo que este tiene un secado al aire libre, siendo usados para muros de viviendas. Según la norma (E-0.80, 2017, p.4) sostiene que al bloque de adobe aparte de adicionar agua, tierra y paja se le puede agregar cualquier otro aditivo para mejorar sus propiedades. Esto quiere decir que la tierra será compactada utilizando un estabilizador para mejorar las resistencias que este pueda tener con fuerzas externas; el adobe desde años atrás viene siendo utilizado porque aparte de ser 0 coste es un material ecológico que no daña al medio ambiente. Según las normas las dimensiones del adobe tradicional deben de contener en base a las medidas y se recuerda que todo depende del lugar donde se vaya a efectuar la construcción de una vivienda; L/H:4/1 y L:2A ya

sea cuadradas o rectangulares, donde se recomienda que la altura para cualquier tipo no debe de ser menor de 8cm.

Opinión de los componentes del adobe: En general en el ámbito de la construcción, la gran parte del adobe es el suelo, además de paja y agua. Para elaborar la unidad de adobe se necesita de un suelo que sea arcilloso y más arenoso para que este sea un adobe esencial para construir viviendas reforzadas, es importante recalcar que el material del suelo no tiene que ser orgánico. “La gradación del suelo debe aproximarse en limo 15-25%, arcilla 10-20%, y arena 55-70%” (Abanto, 2017, p. 178). No obstante, los componentes del suelo pueden variar de acuerdo al lugar de donde se extraiga los materiales de construcción, porque no todos los suelos tienen el mismo porcentaje de limo, arcilla o agregados, por lo que se requiere conocer las particularidades del barro para conducirse con el equilibrio o reforzamiento.

Las composiciones de la unidad de barro son:

Limos: Estos son sedimentos que fueron extraído de rocas, arena trasladada por la lluvia, esto se cataloga en dos esenciales tipos, de las cuales la primera es la orgánica, este se encuentra en tierra fértiles o cerca de ríos ya que pueden florecer, mientras que el inorgánico se encuentra en las canteras que están son propias de construcción, sus particularidades son de 0.08mm y 0.002mm con una baja impermeabilidad y una alta compresibilidad.

La arcilla: es un componente que tiene la facilidad de unir cuando tiene una conexión directa con el agua a lo que las vuelve débiles cuando están en un deshidratado ambiente con una buena capacidad de impermeabilidad, “La arcilla son partículas que tienen un diámetro menor a 0.005 mm” (E.080,2017, p.148)

La arena: es el vínculo de minerales parcialmente de rocas, este tiende a ser estable cuando tiene relación con el agua, con una propiedad de reducir las grietas al estar seco, conteniendo una buena resistencia, su diámetro es de 0.06mm y 2mm. Cualquier tipo de arena se puede usar en la construcción excepto de mar ya que contiene sal y este no favorece.

Opinión del **adobe estabilizado**: Es un adobe tradicional adicionando un estabilizador o aditivo como puede ser la cal, el yeso, asfalto, entre otros; esto con el fin de mejorar todos sus aspectos frente a un cambio climático. (E.80, 2017, p.18) Todo este proceso se realiza con las normas técnicas para tener conocimiento respecto a los tipos de aditivo que se puede usar en el adobe, lo ideal es usar un estabilizador que pueda ayudar a la población tanto en lo económico, en menguar el impacto ambiental.

Las propiedades del adobe

Para saber las propiedades del barro se requiere llevar los especímenes al laboratorio para analizar los resultados, de las cuales en este proyecto se verificarán los siguientes ensayos.

El análisis granulométrico es un ensayo, que ayuda a analizar el tipo de suelo que se está cogiendo para la muestra según su tipo y tamaño, según la norma ya está dicha que los tamices tienen dimensiones de N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100; en este ensayo lo que se realiza es disgregar las partículas acorde se va reteniendo por las mallas; cuando es de fino el material quiere decir que sus partículas transitan la malla N°200 en vinculo al porcentaje de la total muestra, mientras que un material grueso está compuesto por las partículas que son retenidos en la malla N°200.

El ensayo de absorción: Este ensayo tiene como finalidad medir la cantidad del agua que atraviesa al adobe, para determinar la resistencia ante climas lluviosos, por esta razón "se le denomina absorción al valor resultante entre la muestra mojada y la muestra seca de las dos su peso respectivamente, el resultado se determina en porcentaje del peso de la unidad seca. El coeficiente de saturación es simplemente la relación entre esos dos porcentajes" (Bolaños, 2016, p. 14) Esto quiere decir, cuanto puede soportar un adobe estabilizado al ser sumergidos en agua durante 24 horas

Formula 1. Porcentaje de absorción

$$A(\%) = \frac{100(p2-p1)}{p1}$$

- p1= Peso de la Und. De albañilería seca
- p2= Peso de la Und. De albañilería saturada (24 horas después).
- A = Contenido de agua absorbida (%).

El ensayo a la resistencia a la compresión: En este ensayo se realiza la prueba con adobes sumamente secos, según la (NTP, 2003) la resistencia mínima que se requiere es de 10.2 kg/cm², pero esto depende mucho de la preparación del adobe, de su compactación la cantidad de arcilla, del agua y análisis granulométrico.

Fórmula 2. Resistencia a la compresión

$$F_b = P_m / A_b \dots\dots\dots (3)$$

Fuente: NTP. 399.613, 2003

Donde:

F_b = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

P_m = Carga máxima de rotura (kg)

A_b = Área bruta de la unidad de albañilería (cm²)

El ensayo de la resistencia a flexión: según la NTP se define así porque esta va a ser sometida a una fuerza externa al medio de los bloques de muestra para así calcular el módulo de rotura donde se evaluarán las grietas en la parte interna del tercio medio y no puede exceder el 5% de luz y si fuese lo contrario se tendría que aplicar la siguiente fórmula para mejorar los resultados.

Fórmula 3. Módulo de Rotura

$$M_r = PL / bh^2 \dots\dots\dots (5)$$

Fuente: NTP. 339.078, 1999

En donde:

M_r : Es el módulo de rotura, en kg/cm².

P: Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.

L: Es la luz libre entre apoyos, en centímetros.

b: Es el ancho promedio de la probeta en la sección de falla, (cm)

h: Es la altura promedio de la probeta en la sección de falla, (cm)

Y si fuese la falla en la parte externa del tercio medio con una distancia de menor o igual al 5% se aplica la fórmula 2.

Fórmula 4. Módulo de Rotura

$$M_r = \sigma = 3Pa/2bh^2 \dots\dots\dots (6)$$

Fuente: NTP, 339.078,1999

En donde:

a: Es la distancia entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

En el actual proyecto, la investigación viene a ser **aplicada**, porque se procedió a estudiar diversas investigaciones acabadas para emplear en el progreso y atribución en relación al estudio del adobe, por esa razón este proyecto tiene como finalidad de solventar los problemas planteados que se presenta en dicho lugar donde se ejecutó la manipulación de los materiales para su análisis y su empleabilidad que se puede dar en el rubro de construir viviendas en zonas rurales o donde sobresalga el uso del adobe; según (Baena, 2017, p.29) La indagación aplicada consiste en ejecutar la indagación con la finalidad de ejecutarlo para averiguar una alternativa de resultado ante las dificultades que presenta el lugar.

Diseño de investigación

Este propósito pertenece a la indagación con diseño **experimental**, puesto que la independiente variable se modifica, porque se plantea ciertas proporciones para llegar a una conclusión eficaz de las variables dependientes.

Nivel de investigación

Es **explicativo**, porque se requiere conocer el comportamiento de las variables dependiente a partir de la variable independiente, esto quiere decir que se analizará como el mucilago influirá en las propiedades físicas y mecánicas, además que se pretende analizar la causa - efecto.

Enfoque de la investigación

El proyecto viene a ser **cuantitativo**, porque las cantidades vienen a ser los indicadores, así mismo aclara la realidad desde un punto objetivo con un fin de investigar las cualidades de los indicadores donde se evalúa el procesamiento a través de la colección de datos mostrando así sus efectos a la población.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable independiente:

Mucilago de penca de tuna.

El mucilago se separa de las maduras pencas dándoles mejor utilidad o de las pencas procedentes del cultivo para la productividad de la fruta de tuna. Estos podrían componer la promesa de una gama buena de representantes de características densas de uso amplio en la construcción. Su poder viscosante actualmente está siendo estudiado con buenos resultados muy importantes, de la cual se llega a incrementar los beneficios de linaje se lograría concursar con aditivos de gran uso para la construcción. (Silva, 2017, p.24)

Definición operacional: La preparación o diseño del adobe podría estar compuesta de mucilago de nopal, tierra y agua. El porcentaje de agregado del mucilago es del 5%, 10% y 19% así mismo la viscosidad del barro.

Variable Dependiente:

Las propiedades del adobe

Según Castro (2020, p.14), las propiedades físicas y mecánicas del adobe son las que resuelven la capacidad de soportar cargas por unidad de área, se enuncia por medio de los esfuerzos, estos son llamados la resistencia a la compresión y flexión, así mismo la capacidad del adobe para poder absorber el agua, es decir la absorción.

Definición operacional: Las propiedades tanto mecánicas como físicas del adobe en su gran mayoría son las más afectadas cuando se muestran desastres naturales y estos suelen ser más vulnerables, por ello agregando el mucilago de penca de tuna se medirá la resistencia a la compresión, flexión y el porcentaje de absorción de los mismos.

Dimensión:

La dosificación

Indicadores:

De la variable independiente.

Los valores de porcentaje que se le añadirá al adobe serán: 5 %, 10% y 19% de mucilago de penca de tuna

De la variable dependiente.

El adobe y sus propiedades como mecánicas y físicas dentro del primer punto se tiene como indicadores principales granulometría y a la absorción; mientras que en las mecánicas están, la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del adobe.

Escala de medición: De razón, por ser un proyecto con indagación cuantitativo además que se trabaja con enteros datos.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Cuya población es el grupo de fenómeno o situación el cual se meditar estudiar o examinar, lo cual pueden estar agrupados por especímenes o personas, como parte importante, como características tienen que ser accesible, de la cual ayudaran a soportar la investigación a la seleccionada población (Pillihuaman, 2021, p.12). Por lo tanto, en este proyecto se analizará los bloques de adobe que tienen de dimensión según RNE-0.80 de 30cm x 15cm x 10cm, donde los materiales serán obtenidos de la región Ayacucho de la provincia de Sucre del distrito de Paico, donde los bloques de adobe están siendo estabilizadas con el 5%, 10% y 19% baba de penca de tuna.

Muestra: Viene a ser un subgrupo o parte de algo grande, universal en la cual se realizará el estudio predeterminado (López, 2004, p.5). Esto quiere decir que la muestra es un grupo limitado obtenido por la población general para proceder con los ensayos, por lo que en este trabajo se realizará 56 especímenes de adobe que se pondrán en prueba.

Tabla 1. Distribución de las muestras en base a los ensayos

% mucilago de penca de tuna	Ensayos de resistencia a compresión	Resistencia a la Flexión	Ensayo de absorción	Cantidad total de muestras
0%	6	3	3	12
5%	6	3	3	12
10%	6	3	3	12
19%	6	3	3	12
			TOTAL	48

Fuente: elaboración propia

Según RNE E-0.80 para ejecutar las pruebas de compresión se requiere de 6 cubos como mínimo, mientras que, para la flexión se tomará 3 cubos y 5 muestras para la absorción; se tendrá un total de 56 bloques de adobe, porque se usará con las dosificaciones de mucilago de 0, 5, 10 y 19%.

Muestreo:

El muestreo será no probabilístico porque no requiere reconocer la unidad de la investigación de forma premeditada (voluntario), por lo que el investigador selecciona las mejores muestras del laboratorio.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el siguiente estudio como es experimental, se emplea la observación directa para la recolección de datos porque se puede medir y analizar sus causas e impactos; además que, el actual trabajo se realizó a través de diversos ensayos de laboratorio de la cual se obtendrá los resultados para verificar la mejora del adobe estabilizado, usando fichas de recolección de datos, tablas, fichas de laboratorio, entre otros.

Observación directa:

consiste en la recolección de información por el investigador aprovechando su sentido de observación para tener buenos resultados acerca de las propiedades del barro

Instrumentos de recolección de datos:

El investigador debe de contar con las herramientas e instrumentos avanzados para una excelente recolección de datos, por lo que se usara tablas de toma de datos, equipos de laboratorio y programas computarizados.

Validez: con esto se requiere obtener un buen resultado de dicho experimento las veces que se pueda realizar para ello se requiere de profesionales expertos que demuestren la confiabilidad del proyecto, como también usar las normas respectivas.

Confiabilidad: Quiere decir que, las veces que se realiza los ensayos tiene que obtener los mismos resultados para así demostrar su confiabilidad y para ello los ensayos son elaborados por expertos debidamente certificados, asi mismo el

comportamiento de los especímenes del barro son relacionadas según la norma E-0.80.

3.5 Procedimientos

A. Sustracción del suelo

Primero se realiza la sustracción del suelo que fue de la cantera que queda en el pueblo de Paico, Provincia Sucre, Departamento de Ayacucho. Los suelos mejores deben mostrar una adecuada cantidad de arcilla entre el 10% al 20% y lo más importante los suelos no deben de ser orgánicos, cuyas muestras se ejecutarán con el suelo de la región Ayacucho, que tiende a ser suelo con alto contenido limo, ya que es chacra y se requiere de un suelo en limo de 15 al 25%, por lo que se requiere realizar pruebas según la norma E 0.80, son los siguientes: Prueba de presencia de arcilla, prueba de plasticidad y prueba de cinta de barro para así poder obtener una tierra buena y de calidad para nuestro proyecto.

B. Extracción del mucilago de penca de tuna

Cuyo pueblo es rico con las pencas de tuna, ya que la fruta favorita de la mayoría de los habitantes es la tuna siempre hay cultivos en grandes cantidades, es importante mencionar que la planta de la tuna tiene que ser cortado de la raíz para que así vuelva a crecer nuevamente y de manera rápido mientras que si le cortas zonas superiores de la planta tiende a secarse, entonces lo que se requiere es que estas sigan habitando en dicha zona sin malgastar el medio ambiente, y luego de retirar de la tierra la planta de tuna se procede a cortar las pencas cuidadosamente porque estas contienen espinas que pueden dañar, y así retirar el mucilago de cada una partiéndolos por la mitad para después licuarlo y finalmente colocar en un recipiente donde debe de estar cubierto con un plástico para que no ingresen animales diminutos al mucilago

C. Elaboración de adobe común

Luego de juntar los materiales importantes para procesar el adobe se requiere de un clima cálido para facilitar el secado ideal y no deteriorarlo con las lluvias, por lo que el principal material del adobe es el suelo agregando el agua ideal donde se recomienda el 20% del peso del suelo para mezclarlo con la lampa volteando varias veces y con los pies para que sea más uniforme, además que se le agrega la paja un material común en dicho distrito, dicha tierra se realiza

con una malla para retirar las piedras mayores a 5mm, para así tener una compactación mayor y evitar que los adobes contengan burbujas de aire, por más que se vea que el suelo sea ilimitado en su elección hay tierra que son positivas como no, entonces para ver que sea la tierra adecuada para su preparación se realiza unos ensayos en campo, de las cuales son las siguientes.

La prueba de cinta de barro: cuya prueba es ejecutada según la norma E-0.80 indica que, para realizar esta prueba se requiere de una regla o una wincha a la elección propia, material del suelo y agua, cuyo procedimiento es formar una amasada tierra de 1.2 cm de diámetro y un cilindro pequeño de agua para después aplanar con los dos primeros dedos hasta formar una delgada cinta donde el espesor no tiene que pasar los 0.4 cm, finalmente dejarlo enganchado hasta que se desprenda por 10 minutos como máximo; si la situación es lo contrario rompiéndose entre unos 20 y 25cm se determina que el suelo es muy arcilloso, si se desprende en menos de 10 cm quiere decir que contiene baja arcilla, sin embargo si esta se deteriora entre 10 a 20cm será perfecta para la construcción de adobe.

Prueba de plasticidad: Según UNI-CISMID la prueba de plasticidad de tierra también se requiere los materiales de la cinta de barro y cuyo procedimiento también es similar a diferencia que se forma con la mano (usando la palma) un rollo de 1.5 centímetros de diámetro, donde se deja colgar en el aire hasta desprenderse, para después medir la parte que cae al suelo, si la medida está entre 5 y 15 centímetros, es necesaria para la preparación del adobe porque es una tierra arcillo-arenosa.

Prueba presencia de arcilla: Según la norma E-0.80 esta prueba ayuda a analizar el exceso de arcilla, donde los materiales son los mismos de los anteriores, cuyo procedimiento es elaborar 4 círculos de barro con la palma de la mano, donde la tierra y el agua son de la misma proporción, luego se deja secar por 48 horas para proceder a apretarlas con los dos primeros dedos con fuerza, si los 4 círculos no se deshacen, se indica que el material es bueno para la preparación.

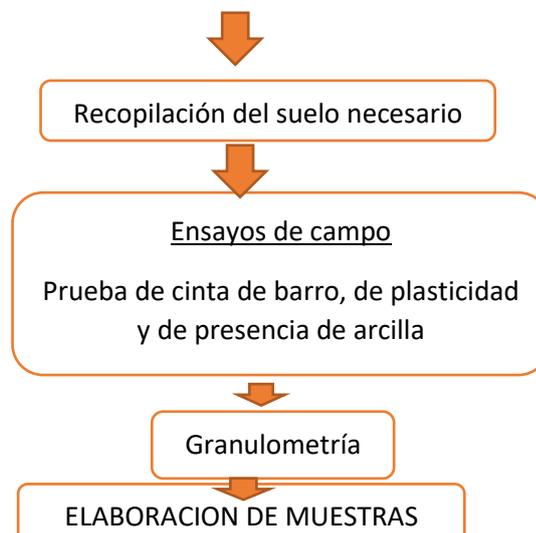
D. Moldeo: sobre una plana superficie y donde se cubra la zona importante del secado se realiza el moldeo de adobe, es por ello que se usa un molde de 30cm x 15cm x 10cm de dimensión humedecido, no obstante, se indica que la protección hacia los adobes es importante tanto del sol y la lluvia para que así no sufran de fisuras.

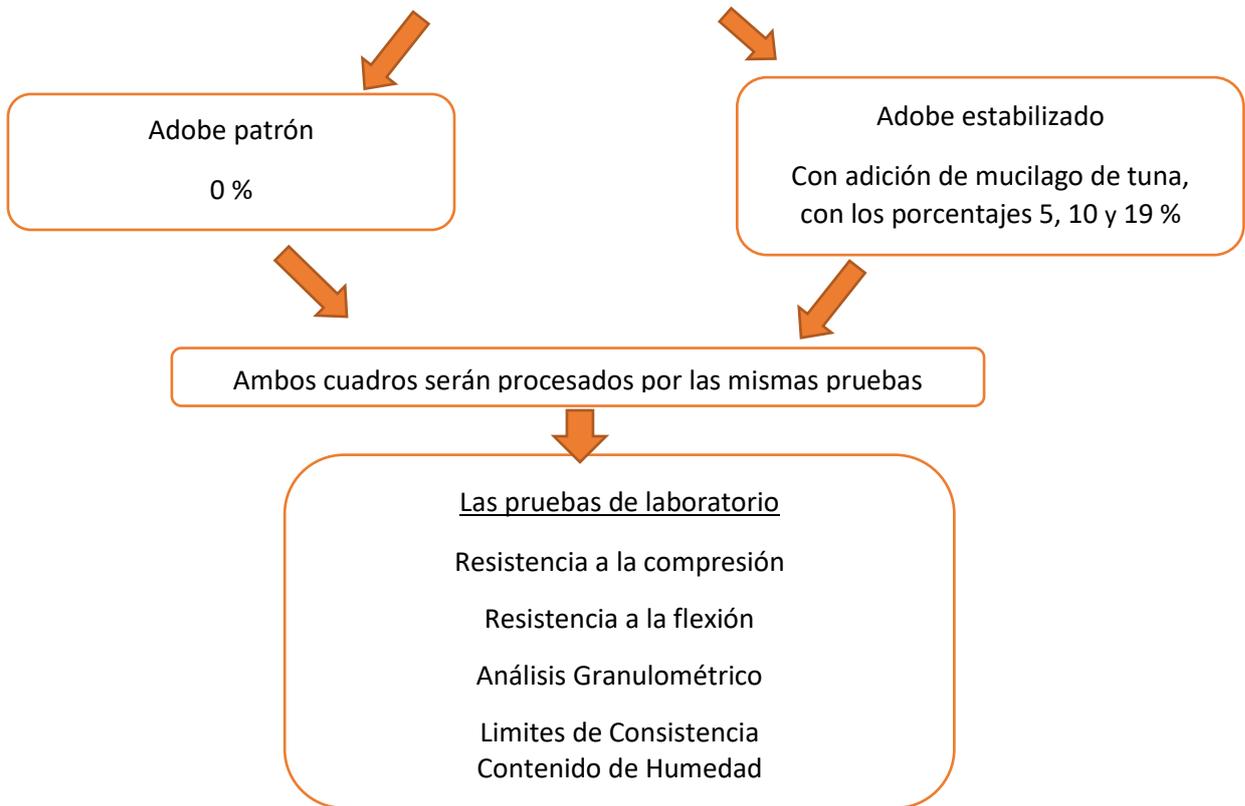
E. Secado: este procedimiento se realiza sobre un suelo seco y plano que esté libre de humedad con una sombra ideal apoyado de un tendal donde se podrá dejar secar los abobes, posterior a ello a partir de la segunda semana se retira el tendal y se deja secar al aire libre hasta culminar los 28 días, finalmente las muestras se llevan al laboratorio designado "laboratorio ensayos de materiales de ingeniería y control de calidad" para realizar los ensayos agregando el 5, 10 y 19 % de mucilago.

Adobe reforzado con mucilago de penca de tuna

Se adjunta el mismo método con la preparación del barro común, a diferencia que en este procedimiento se agrega el mucilago extraído de la penca donde se menciona a detalla en líneas atrás, por lo que a la mezcla se le añade el 5, 10 y 19 % de mucilago de penca de tuna en relación al total del agua utilizada, donde se le agrega poco a poco con las manos y se va unificando los materiales para luego proceder con los pies, ya que este era más tedioso al juntar el barro con el aditivo natural.

Figura 1. Procedimiento de adaptación de la indagación del tema





Fuente: *Elaboración propia*

3.6 Método de análisis de datos

En el actual proyecto se examinó los distintos datos que se consiguieron, junto a la base de datos que fueron recopilados y el material que proviene de la cantera de la determinada zona, donde estos se llevarán al centro de laboratorio para realizar los distintos ensayos, entonces el método para examinar la información del trabajo de investigación presente será con el programa Microsoft Excel, con este office se procura elaborar los datos que fueron incluidos para generar una comparativa de gráficos como cuadros sobre la adición del mucilago al adobe.

3.7 Aspectos éticos

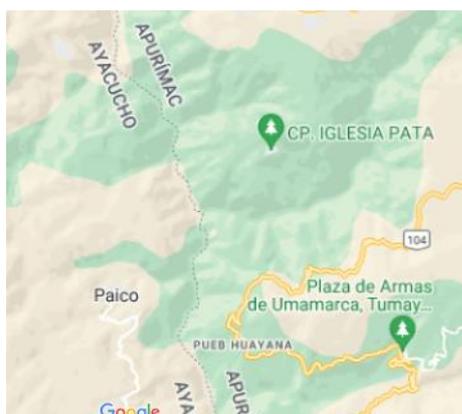
Este proyecto ha sido elaborado bajo los principios de sinceridad y legitimidad, los mismos que se respeta las citas adjuntadas en los conceptos que se encuentran en el contenido y las referencias bibliográficas, cumpliendo con la norma ISO como exige la universidad para la elaboración del documento, además que los resultados que muestre el laboratorio de manera clara será únicamente para el proyecto, finalmente esta culminada investigación será verificado a través de la herramienta del turnitin para una mayor confiabilidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación

Departamento de Ayacucho, provincia de Sucre, distrito de Paico y anexo de Sihue (ubicado dentro del distrito), se encuentra situado al sur del Perú, el pueblo de Sihue se encuentra entre la frontera de Ayacucho con Apurímac y a una altura de 3010 metros sobre el nivel del mar; en su mayoría el pueblo cuenta con viviendas hechas de barro.

Figura 2. *Croquis de ubicación*



Fuente: Google Maps

Figura 3. *Ubicación satelital*



Fuente: Google Earth

Para el proceso de elaboración de las figuras de adobe se consiguieron los materiales del pueblo mencionado líneas arriba, como la tierra, cuyo material importante para el barro, la paja y el mucilago de penca de tuna para el reforzamiento.

4.2. Ensayos de laboratorio

4.2.1 Resultados de Análisis Granulométrico

Para llegar a los resultados, primero se escogió los tamices con las respectivas mallas según el tipo de suelo, colocándose los tamices de forma decreciente por

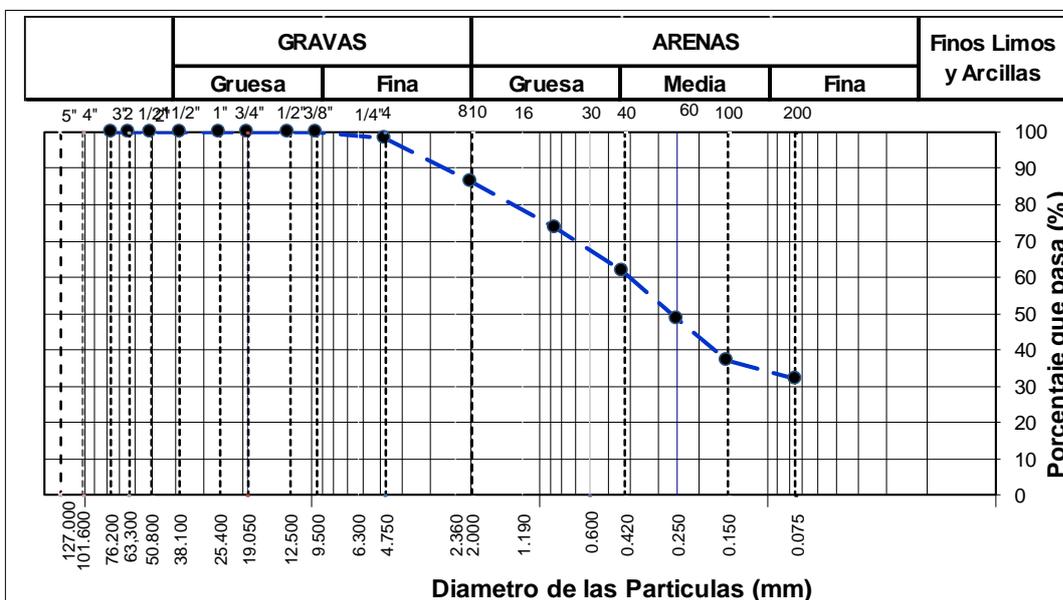
el grosor de la abertura, se procedió el tamizado de manera manual y finalmente se procedió a pesar los materiales retenidos en cada tamizado.

Tabla 2. Análisis granulométrico

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA
	(mm)	
3"	76.200	100.00
2 1/2"	63.500	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.050	100.00
1/2"	12.700	100.00
3/8"	9.530	100.00
N° 4	4.750	98.05
N° 10	2.000	86.23
N° 20	0.850	73.78
N° 40	0.430	61.86
N° 60	0.250	48.53
N° 100	0.150	37.12
N° 200	0.075	31.94

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Curva Granulométrica



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
2.0	66.1	31.9

Fuente: Elaboración propia

En este análisis se observó que, el tipo de suelo que se maneja fue arena arcillosa

porque las partículas fueron retenidas con menor cantidad fue de grava con 2% mientras que en las finas y en la arena fue de 31.9% con 66.1%.

4.2.2. Ensayos de límites de atterberg

En el siguiente ensayo se verifica que el suelo es inorgánico siendo este un suelo arcilloso como indica los resultados del laboratorio.

Tabla 3. *Ensayo de la clasificación de suelo*

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SC
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. *Ensayo y cálculo del contenido de humedad*

DESCRIPCION	MUESTRA
Tara N°	T1
Peso de tara [C] (gr.)	275.8
Tara + m. húmeda [A] (gr.)	822.2
Tara + m. seca [B] (gr.)	768.2
Método de Ensayo	B
Método de secado	Horno a 110 ± 5 °C
W=(A-B)/(B-C)*100	10.98%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. *Resultado final del contenido de humedad*

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
Contenido Humedad (%)	11.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. *Límites de Consistencia*

		Material Pasante Tamiz N° 40							
DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
<i>Nro. de Recipiente</i>		C	III	A		1	2		
<i>Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)</i>	g	38.14	37.03	37.82		34.12	32.75		
<i>Peso Recipiente + Suelo Seco (B)</i>	g	35.60	34.69	35.17		32.96	31.61		
<i>Peso de Recipiente (C)</i>	g	28.70	25.70	24.35		26.58	25.45		
<i>Peso del Agua (A-B)</i>	g	2.54	2.34	2.65		1.16	1.14		
<i>Peso del Suelo Seco (B-C)</i>	g	6.90	8.99	10.82		6.38	6.16		
<i>Contenido Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100]</i>	%	36.81	26.03	24.49		18.15	18.50		
<i>N° De Golpes</i>		18	23	28					

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
Límite Líquido (LL)	26
Límite Plástico (LP)	18
Índice Plástico (IP)	8

Fuente: Elaboración propia

Para hallar el Índice de Plasticidad se tuvo que realizar con la siguiente formula según la norma:

$$IP = LL - LP$$

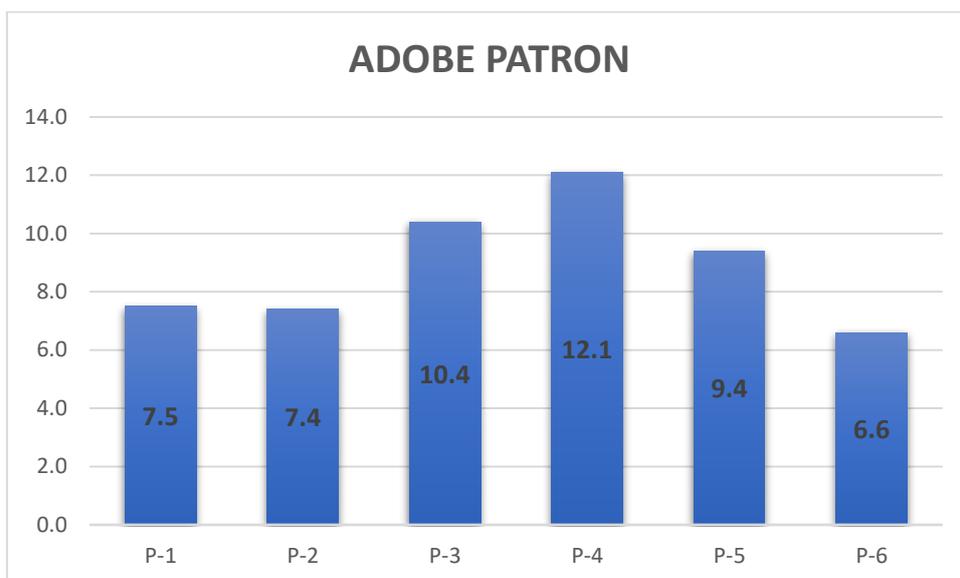
4.2.3 Ensayo a la compresión

Tabla 7. Resultados del ensayo de compresión tratándose del adobe común

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (kg)	C (kg/cm ²)
P-1	9.60	9.70	93.1	702.5	7.5
P-2	9.60	9.60	92.2	680.5	7.4
P-3	9.70	9.70	94.1	978.5	10.4
P-4	9.70	9.70	94.1	1141.6	12.1
P-5	9.70	9.70	94.1	885.1	9.4
P-6	9.70	9.60	93.1	610.6	6.6
				Promedio:	8.9

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Ensayo de compresión del adobe patrón



Fuente: Elaboración propia

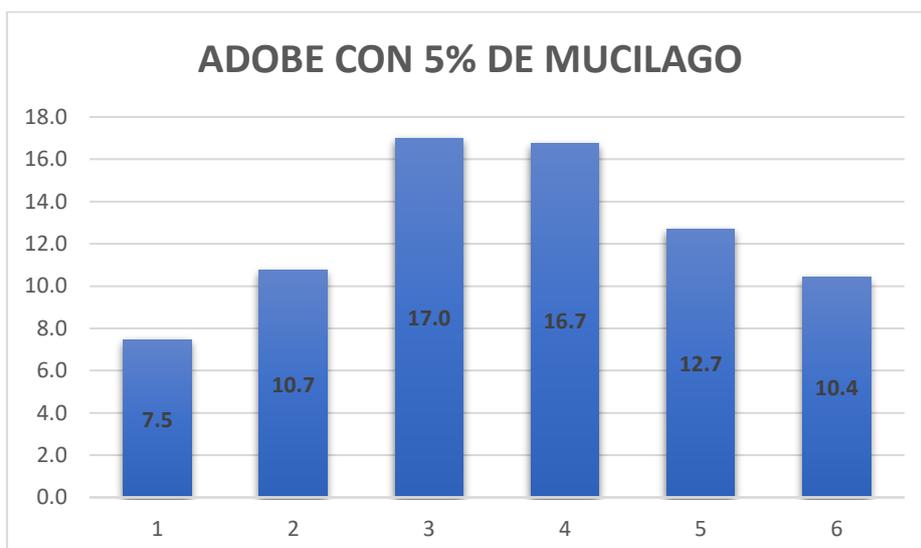
En la figura 6 se verifica que se hicieron 6 muestras de adobe sin mucilago aplicando la fuerza de compresión donde se obtiene una resistencia promedio de 8.9 kg/cm².

Tabla 8. Resultados del ensayo de compresión tratándose del adobe con 5% de mucilago de penca de tuna

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (kg)	C (kg/cm ²)
5% PENCA DE TUNA -1	9.70	9.70	94.1	701.5	7.5
5% PENCA DE TUNA -2	9.70	9.80	95.1	1021.7	10.7
5% PENCA DE TUNA -3	9.80	9.70	95.1	1616.7	17.0
5% PENCA DE TUNA -4	9.80	9.70	95.1	1591.6	16.7
5% PENCA DE TUNA -5	9.80	9.70	95.1	1206.6	12.7
5% PENCA DE TUNA -6	9.70	9.80	95.1	991.4	10.4
Promedio:					12.5

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Ensayo de compresión del adobe con 5% de mucilago



Fuente: Elaboración propia

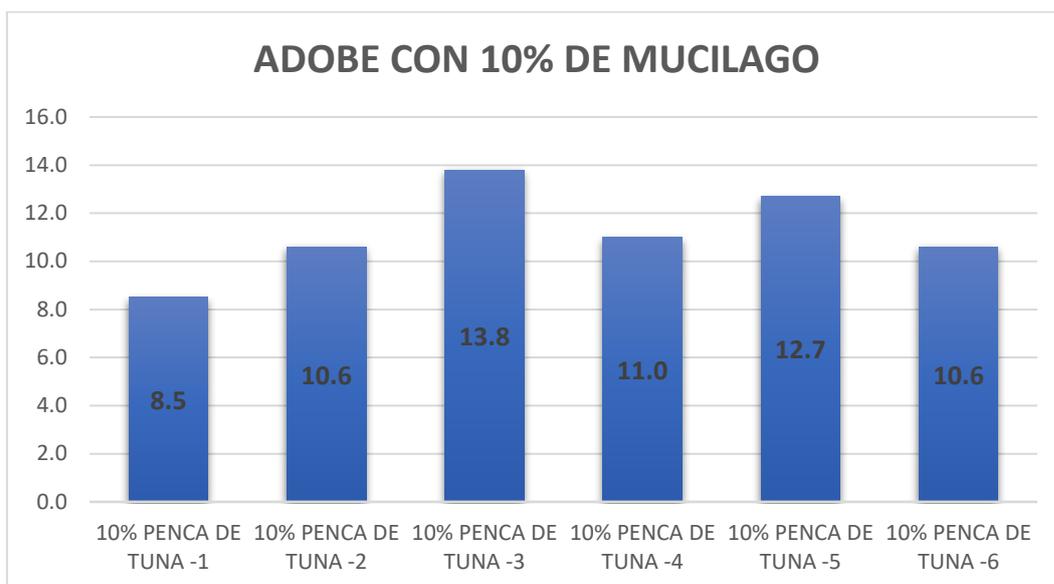
En la figura 7 se verifica que se hicieron 6 muestras de adobe sin mucilago aplicando la fuerza de compresión donde se obtiene una resistencia promedio de 12.5 kg/cm².

Tabla 9. Resultados del ensayo de compresión tratándose del adobe con 10% de mucilago de penca de tuna

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (kg)	C (kg/cm ²)
10% PENCA DE TUNA -1	9.80	9.80	96.0	816.9	8.5
10% PENCA DE TUNA -2	9.70	9.80	95.1	1003.8	10.6
10% PENCA DE TUNA -3	9.80	9.70	95.1	1311.1	13.8
10% PENCA DE TUNA -4	9.80	9.70	95.1	1043.4	11.0
10% PENCA DE TUNA -5	9.80	9.70	95.1	1211.8	12.7
10% PENCA DE TUNA -6	9.70	9.80	95.1	1010.9	10.6
				Promedio:	11.2

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Ensayo de compresión del adobe con 10% de mucilago



Fuente: Elaboración propia

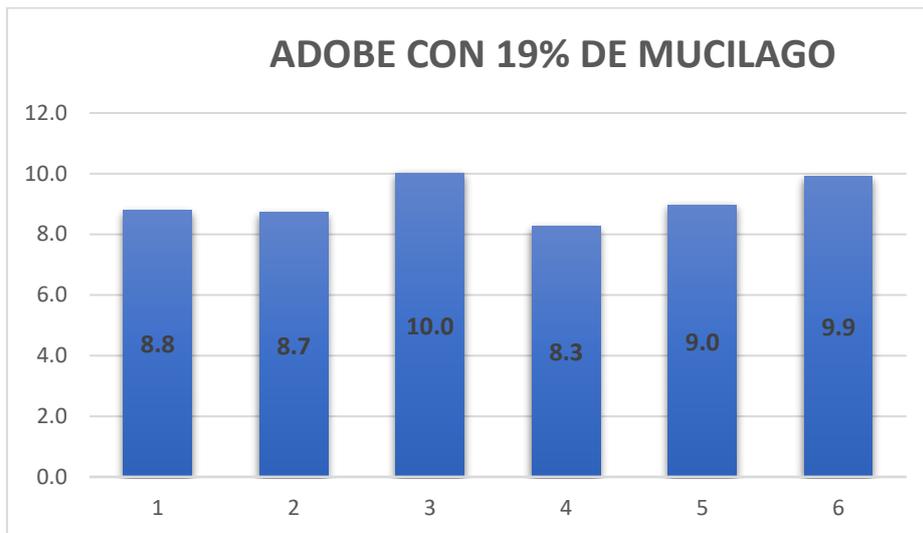
En la figura 8 se verifica que se hicieron 6 muestras de adobe sin mucilago aplicando la fuerza de compresión donde se obtiene una resistencia promedio de 11.2 kg/cm².

Tabla 10. Resultados del ensayo de compresión tratándose del adobe con 19% de mucilago de penca de tuna

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (kg)	C (kg/cm ²)
19% PENCA DE TUNA -1	10.00	9.80	98.0	861.1	8.8
19% PENCA DE TUNA -2	10.00	10.00	100.0	871.2	8.7
19% PENCA DE TUNA -3	10.00	9.70	97.0	971.5	10.0
19% PENCA DE TUNA -4	10.00	9.70	97.0	801.4	8.3
19% PENCA DE TUNA -5	10.00	9.70	97.0	869.6	9.0
19% PENCA DE TUNA -6	9.90	10.00	99.0	981.5	9.9
Promedio:					9.1

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Ensayo de compresión del adobe con 19% de mucilago



Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se verifica que se hicieron 6 muestras de adobe sin mucilago aplicando la fuerza de compresión donde se obtiene una resistencia promedio de 9.1 kg/cm².

Figura 9. Resumen de resultados del ensayo a compresión



Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se verifica el paralelismo de todos los resultados que se hicieron en el laboratorio respecto al adobe común y con mucilago incorporado, por lo que se puede observar que el adobe patrón tiene como resistencia de 8.9 kg/cm²

cuando los adobes estabilizados con 5% mejora su resistencia alcanzo al 12.5 kg/cm² luego decrece al 11.2 kg/cm² utilizando con la dosificación de 10% pero este sigue siendo mayor resistencia que el adobe patrón, así mismo como el adobe con 19% de mucilago con 9.1 kg/cm² bajando a menor resistencia pero no más que el ladrillo de barro.

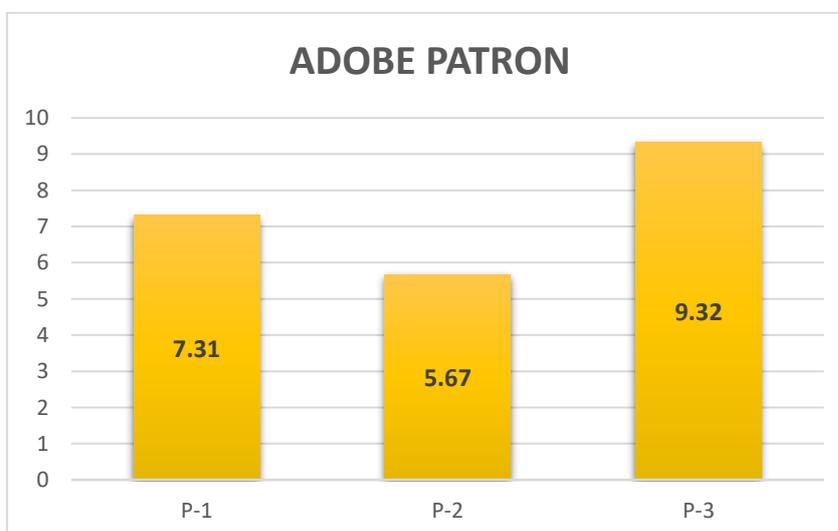
4.2.4. ENSAYO DE FLEXION

Tabla 11. Resultados del ensayo de flexión tratándose del adobe patrón

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm ²)	W (kg)	S (kg/cm ²)
P-1	22.5	12.60	9.60	252	7.31
P-2	22.5	12.60	9.60	195	5.67
P-3	22.5	12.80	9.70	333	9.32
				Promedio	7.43

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Ensayo de flexión del adobe patrón



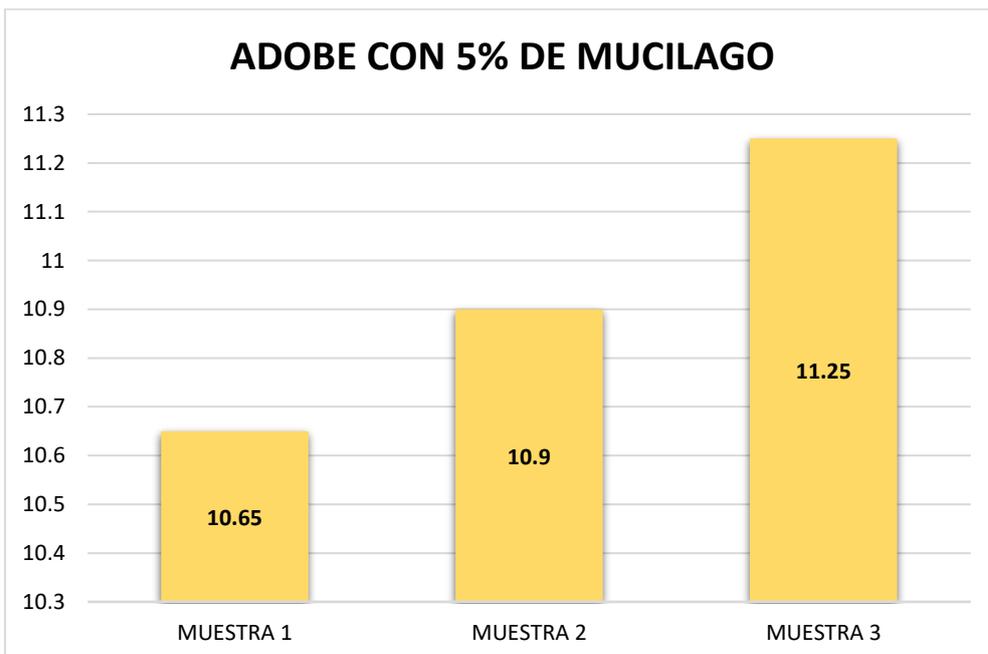
Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Resultados del ensayo de flexión tratándose del adobe con 5% de mucílago de penca de tuna

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm ²)	W (kg)	S (kg/cm ²)
5% DE PENCA DE TUNA -1	22.5	12.60	9.60	367	10.65
5% DE PENCA DE TUNA -2	22.5	12.60	9.60	375	10.90
5% DE PENCA DE TUNA -3	22.5	12.80	9.70	401	11.25
				Promedio	10.93

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Ensayo de flexión del adobe más el 5% de mucílago de penca de tuna



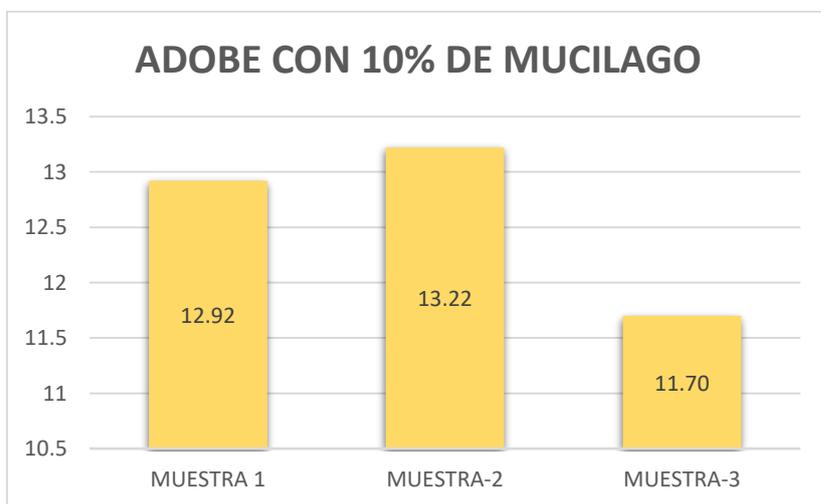
Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resultados del ensayo de flexión tratándose del adobe con 10% de mucílago de penca de tuna

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm ²)	W (kg)	S (kg/cm ²)
10% DE PENCA DE TUNA -1	22.5	12.60	9.60	445	12.92
10% DE PENCA DE TUNA -2	22.5	12.60	9.60	455	13.22
10% DE PENCA DE TUNA -3	22.5	12.80	9.70	418	11.70
				Promedio	12.62

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Ensayo de flexión del adobe más el 10% de mucílago de penca de tuna



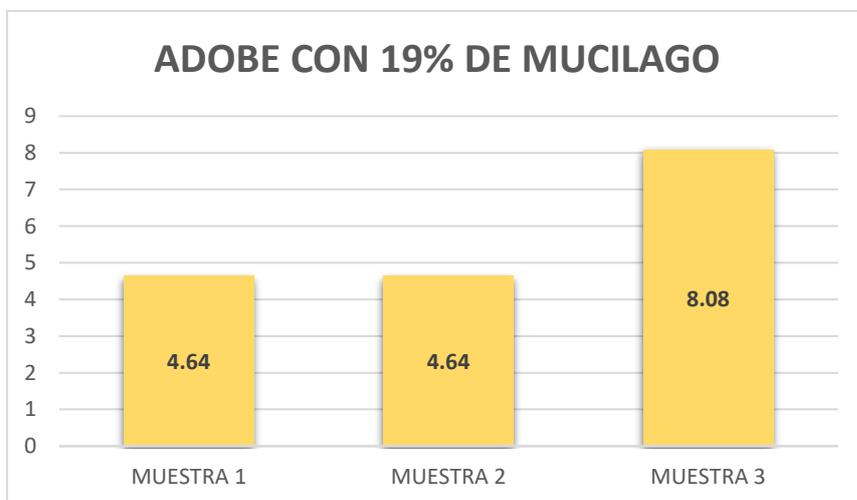
Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Resultados del ensayo de flexión tratándose del adobe con 19% de mucílago de penca de tuna

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm ²)	W (kg)	S (kg/cm ²)
19% DE PENCA DE TUNA -1	22.5	12.60	9.60	160	4.64
19% DE PENCA DE TUNA -2	22.5	12.60	9.60	160	4.64
19% DE PENCA DE TUNA -3	22.5	12.80	9.70	289	8.08
				Promedio	5.79

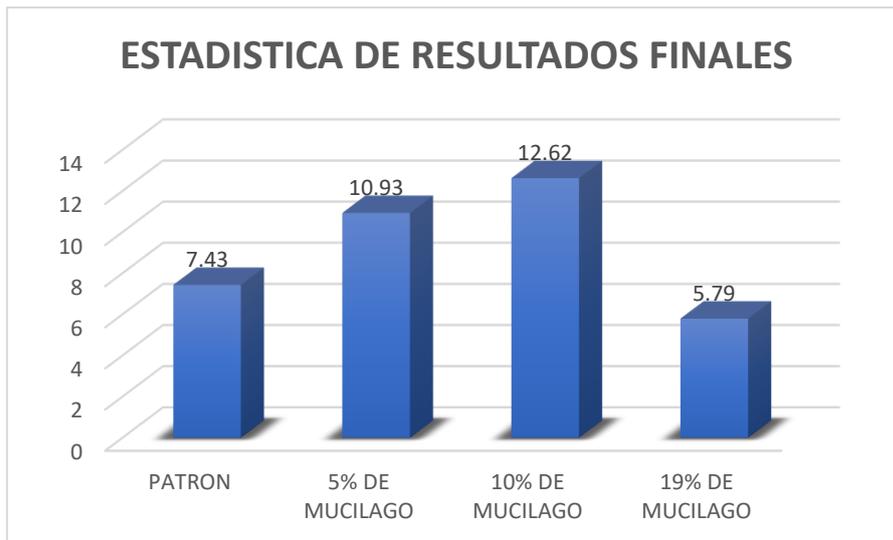
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Ensayo de flexión del adobe más el 19% de mucilago de penca de tuna



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Resumen de resultados del ensayo a flexión



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente resumen se observa la tabla 14 y figura 15, donde el laboratorio otorgó los resultados de las muestras del ensayo de flexión, cuyo adobe patrón alcanzó al 7.43 kg/cm² y los demás resultados fueron favorables ya que con el 5 y 10 % agregando mucilago al ladrillo de barro alcanzó unas resistencias mayores al del patrón de manera creciente; sin embargo, el adobe con 19% la resistencia disminuyó al 5.79 kg/cm².

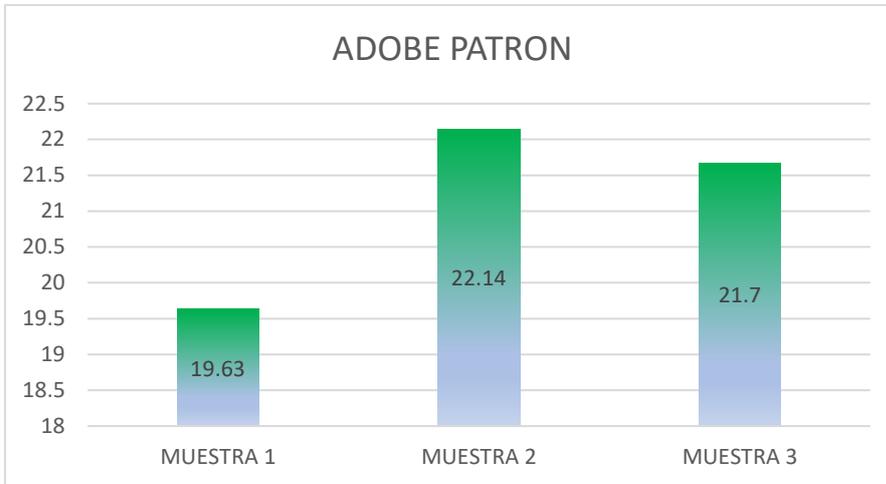
4.2.5. ENSAYO DE ABSORCION

Tabla 15. Resultados del ensayo de absorción tratándose del adobe patrón

ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
PATRON-1	1598.1	1911.8	19.63
PATRON-2	1588.9	1940.7	22.14
PATRON-3	1593.9	1939.3	21.67
		PROMEDIO	21.15

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Ensayo de absorción del adobe más el 19% de mucilago de penca de tuna



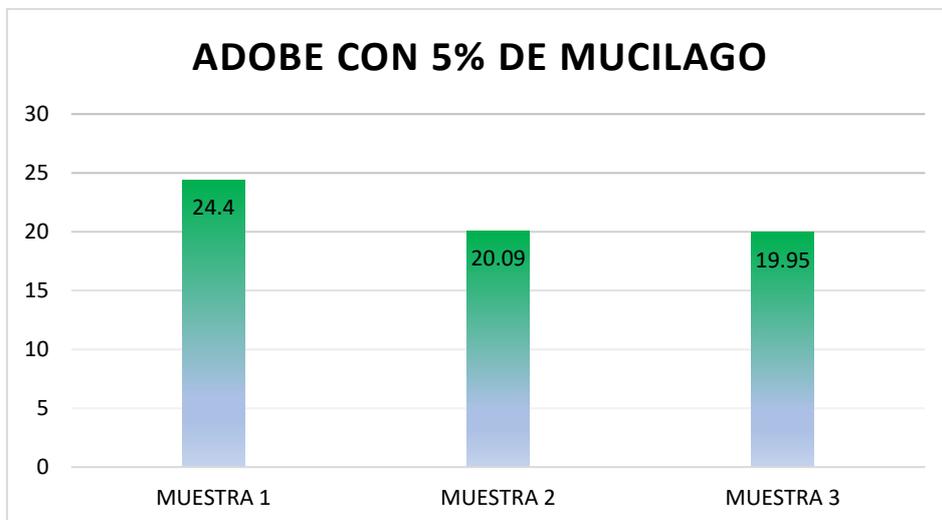
Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Resultados del ensayo de *absorción* tratándose del adobe con 5% de mucílago de penca de tuna

ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
5% PENCA DE TUNA - 1	1512.3	1821.1	20.42
5% PENCA DE TUNA - 2	1498.4	1799.5	20.09
5% PENCA DE TUNA - 3	1504.9	1805.2	19.95
		PROMEDIO	20.16

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Ensayo de absorción del adobe más el 19% de mucilago de penca de tuna



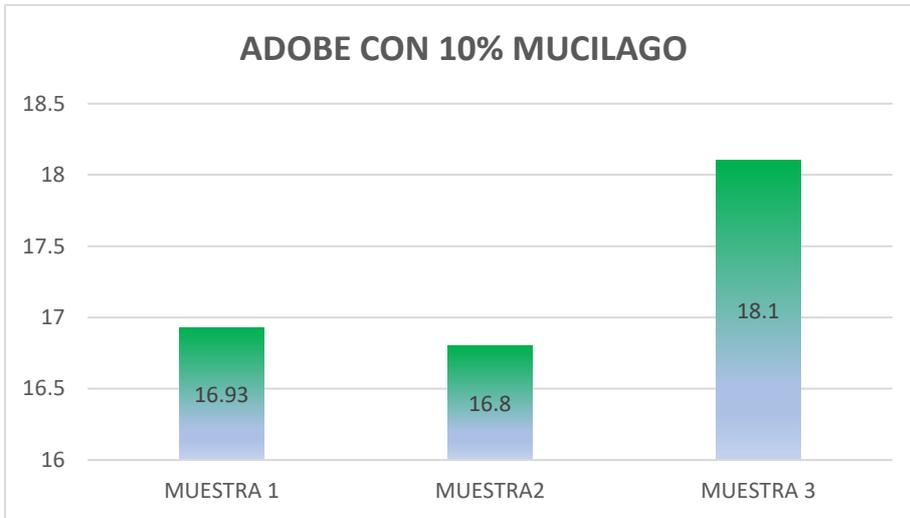
Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resultados del ensayo de *absorción* tratándose del adobe con 10% de mucílago de penca de tuna

ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
10% PENCA DE TUNA- 1	1618.5	1892.5	16.93
10% PENCA DE TUNA- 2	1610.4	1880.9	16.80
10% PENCA DE TUNA- 3	1624.1	1918.1	18.10
		PROMEDIO	17.28

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Ensayo de absorción del adobe más el 19% de mucilago de penca de tuna



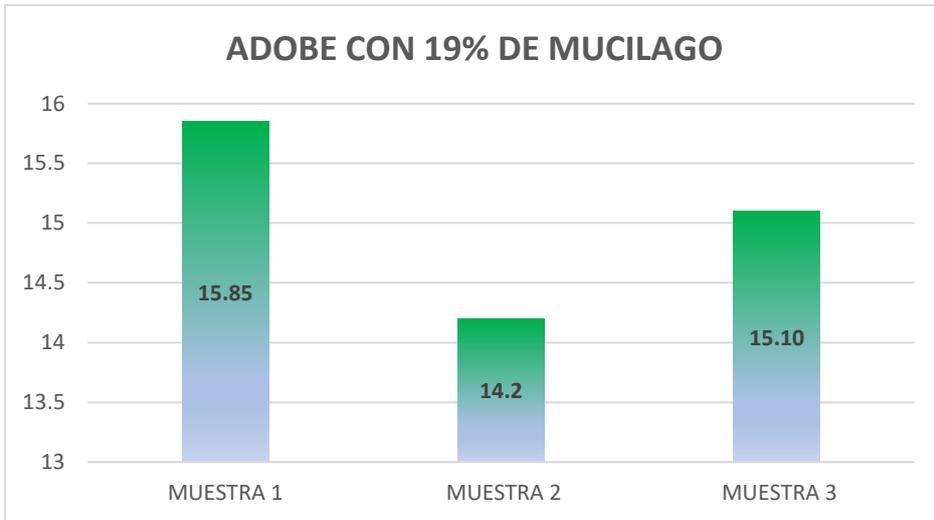
Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Resultados del ensayo de absorción tratándose del adobe con 10% de mucílago de penca de tuna

ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
19% PENCA DE TUNA - 1	1542.3	1786.7	15.85
19% PENCA DE TUNA - 2	1549.8	1769.8	14.20
19% PENCA DE TUNA - 3	1570	1807.1	15.10
		PROMEDIO	15.05

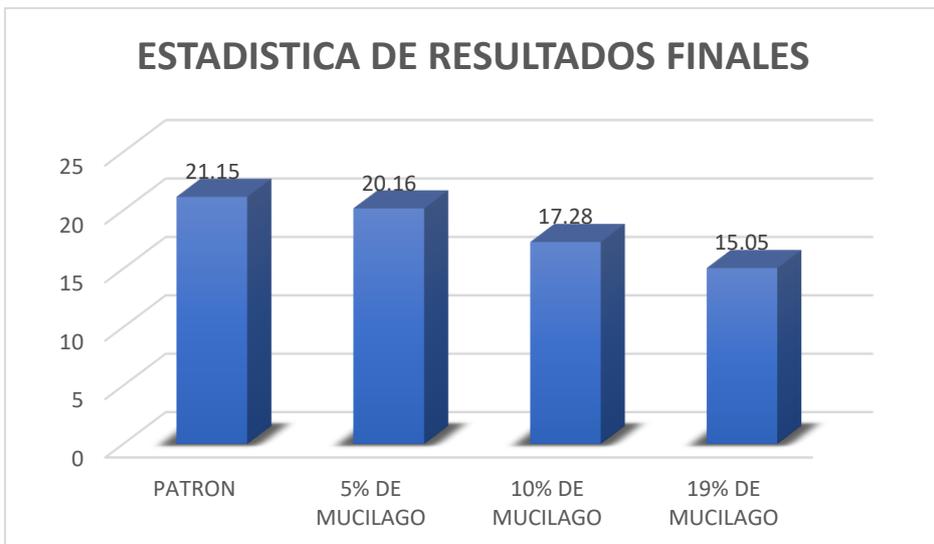
Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Ensayo de absorción del adobe más el 19% de mucilago de penca de tuna



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Resumen de resultados del ensayo a la absorción



Fuente: Elaboración propia

Verificando la figura 20, que es el resumen de todos los resultados del ensayo de absorción se obtuvo los resultados de manera decreciente desde el adobe patrón al adobe incorporado con el 19% de mucilago, entonces quiere decir que el adobe patrón absorbe mayor cantidad de agua y el adobe con 19% es más favorable porque absorbió menor cantidad de agua, por lo que estos materiales de construcción fueron sumergidos en el agua durante 24 hrs.

V. DISCUSION

La **hipótesis general**, la incorporación del mucílago de la penca de tuna mejora las propiedades físicas y mecánicas del barro.

Según Bolaños (2016), mencionó en su proyecto de investigación que elaboró ensayos de compresión, flexión y absorción donde trabajó con la dosificación de 0% de mucilago de penca de tuna siendo estos adobes comunes obtuvieron los siguientes resultados, 19.19 kg/cm², 4.77 kg/cm² y 0 %, así mismo con el 5% alcanzó el 21.9 kg/cm², 6.47 kg/cm² y 12.68 %; con el 10% fueron 25.27 kg/cm², 6.81 kg/cm² y 14.62 %; finalmente con el 15%, 27.56 kg/cm², 6.11 kg/cm² y 0%

Según Córdova (2020), en su tesis trabajó con 0 %, 6%, 12% 18% de baba de nopal de tuna con los ensayos de compresión, flexión y absorción, donde arrojó los siguientes resultados, 21.76 kg/cm², 4.8 kg/cm² y 10.08%; 27.48 kg/cm², 6.5 kg/cm² y 12.23%; 27.7 kg/cm², 6.87 kg/cm² y 15.16%; por último 33.20 kg/cm², 6.9 kg/cm² y 16.10%

Mientras que Sanca (2023) con el 0%, 5%, 10% y 19% los resultados fueron los siguientes: 8.9 kg/cm², 12.5 kg/cm², 11.2 kg/cm² y 9.1 kg/cm², respecto a la resistencia de compresión; 7.43 kg/cm², 10.93 kg/cm², 12.62 kg/cm² y 5.79 kg/cm², respecto a la resistencia de flexión; 21.15%, 20.16%, 17.28% y 15.05% respecto a la absorción.

De acuerdo a los resultados obtenidos por los antecedentes presentados como Bolaños y Córdova comparando con la tesis de mi persona, donde los adobes estabilizados son más resistentes respecto a los adobes comunes según los ensayos de laboratorio la incorporación del mucilago de penca de tuna presenta una mejora en las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

hipótesis específicas 1, la incorporación del mucílago de la penca de tuna mejora las propiedades físicas del bloque del barro.

Según Bolaños (2016), mencionó en su proyecto de investigación que elaboró ensayos de absorción donde trabajó con la dosificación de 0%, 5%, 10% y 15% de mucilago de penca de tuna donde se obtuvo los siguientes resultados: 0 %, 12.68 %, 14.62 % y 0%

Según Córdova (2020), en su tesis trabajó con 0 %, 6%, 12% 18% de baba de nopal de tuna ante la absorción, donde arrojó los siguientes resultados, por último 10.08%, 12.23%, 15.16% y 16.10%

Mientras que Sanca (2023) con el 0%, 5%, 10% y 19% los resultados fueron los siguientes: 21.15%, 20.16%, 17.28% y 15.05% respecto a la absorción.

De acuerdo a los resultados obtenidos por los antecedentes presentados como Bolaños y Córdova comparando con la tesis de mi persona, se verifica que los resultados de mi persona son menos absorbentes al agua por lo que resisten a las fuertes lluvias que son propagadas en el lugar del departamento de Ayacucho; además que el tipo de suelo de Bolaños (2016) resultó ser de Arena Arcillosa, de Córdova (2020) el suelo es Limo de baja plasticidad, siendo este Limo arcilloso y de Sanca (2023) resultó suelo arcilloso. Finalmente se resuelve que la incorporación del mucílago de la penca de tuna tiene una mejora en las propiedades físicas del bloque del barro.

hipótesis específicas 2, La incorporación del mucílago de la penca de tuna mejora las propiedades mecánicas del barro.

Según Bolaños (2016), mencionó en su proyecto de investigación que elaboró ensayos de compresión, flexión y absorción donde trabajó con la dosificación de 0% de mucílago de penca de tuna siendo estos adobes comunes obtuvieron los siguientes resultados, 19.19 kg/cm², 4.77 kg/cm², así mismo con el 5% alcanzó el 21.9 kg/cm² y 6.47 kg/cm²; con el 10% fueron 25.27 kg/cm² y 6.81 kg/cm² finalmente con el 15%, 27.56 kg/cm² y 6.11 kg/cm².

Según Córdova (2020), en su tesis trabajó con 0 %, 6%, 12% 18% de baba de nopal de tuna con los ensayos de compresión, flexión, donde arrojó los siguientes resultados, 21.76 kg/cm² y 4.8 kg/cm², 27.48 kg/cm² y 6.5 kg/cm²; 27.7 kg/cm² y 6.87 kg/cm²; por último 33.20 kg/cm² y 6.9 kg/cm².

Mientras que Sanca (2023) con el 0%, 5%, 10% y 19% los resultados fueron los siguientes: 8.9 kg/cm², 12.5 kg/cm², 11.2 kg/cm² y 9.1 kg/cm², respecto a la resistencia de compresión; 7.43 kg/cm², 10.93 kg/cm², 12.62 kg/cm² y 5.79 kg/cm², respecto a la resistencia de flexión.

De acuerdo a los resultados obtenidos por los antecedentes presentados como Bolaños y Córdova comparando con la tesis de mi persona, donde los adobes estabilizados son más resistentes respecto a los adobes comunes según los ensayos de laboratorio la incorporación del mucilago de penca de tuna presenta una mejora en las propiedades mecánicas del adobe.

hipótesis específicas 3, La incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro en proporción al 5%, 10% y 19% mejora las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

De acuerdo a los resultados obtenidos por los antecedentes presentados como Bolaños y Córdova comparando con la tesis de mi persona, donde los adobes estabilizados son más resistentes respecto a los adobes comunes según los ensayos de laboratorio respecto a la dosificación del mucilago de penca de tuna presenta una mejora de manera creciente respecto a los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

VI. CONCLUSIONES

Gracias a los resultados logrados por el laboratorio se concluye la investigación de la siguiente manera respecto a los objetivos:

Conclusión 1. De acuerdo al objetivo general, para **analizar si la incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades físicas y mecánicas para la elaboración del adobe**, se ha necesitado realizar los ensayos físicos y mecánicos en el laboratorio que se requiere para la evaluación del mismo, donde se concluye que los resultados son considerablemente mejorados ante el adobe patrón con el 5 y 10 % de mucilago mientras que el 19% decae un poco de resistencia pero no carece ante el adobe patrón, del mismo modo se comparó con los antecedentes y donde obtienen una resistencia creciente. Por lo que se puede decir que el mucilago de penca de tuna mejora favorablemente las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de barro.

Conclusión 2. De acuerdo al objetivo específico 1. Para **determinar si la incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades físicas para la elaboración del adobe**, se realizó los ensayos físicos en el laboratorio como se puede observar en los anexos, donde se hallaron unos resultados magníficos, porque según el material utilizado en el adobe que es el más importante cuyo suelo fue de tipo arena arcillosa, por lo que es una tierra inorgánica de buena calidad para la construcción de adobe y el mucilago es un material que se le puede reemplazar al agua ya que este no es tan viscoso como parecía, así mismo en el tema de absorción los adobes fueron sumergidos en agua por 24 hrs, por lo que se concluye que el adobe patrón absorbió mayor cantidad de agua a diferencia de los adobes estabilizados con mucilago estos son más resistentes al agua mientras más cantidad de mucilago mayor resistencia obtiene.

Conclusión 3. De acuerdo al objetivo específico 2. Para **Determinar si la incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades mecánicas para la elaboración del adobe**, se efectuaron los ensayos mecánicos en el laboratorio cuyos resultados fueron favorablemente considerados ante la resistencia de compresión y flexión, ya que estos tienen más resistencia en comparación del adobe patrón.

Conclusión 4. De acuerdo al objetivo específico 3. Para **determinar si la incorporación de la penca de tuna en el barro en proporción al 5 %, 10% y 19% mejorará las propiedades físicas y mecánicas del adobe**, se concluye que

efectivamente las dosificaciones adheridas al adobe mejora las propiedades físicas y mecánicas de manera favorablemente en comparación al adobe tradicional que ha sido trabajado con el mismo tipo de suelo, no obstante es importante mencionar que el adobe estabilizado con el 19% de mucilago resistió más al ensayo de absorción por lo que es muy favorable para la población del centro poblado de Sihue del departamento de Ayacucho ya que en la sierra hay constantes lluvias.

VII. RECOMENDACIONES

Después de realizar las investigaciones y los ensayos de laboratorio se recomienda el uso del mucilago de pencas delgadas y frescas de tuna para la elaboración del adobe en el departamento de Ayacucho, ya que estas plantas mientras más fresca es, mayor mucilago tiene, además que este lugar es una zona rural donde los ciudadanos son de pocos recursos por lo que estos materiales son de acceso gratuito y recomendable porque adquieren mayor resistencia antes los esfuerzos empleados y ante la absorción del agua.

Se recomienda realizar la prueba de campo para verificar si el suelo con la que vamos a llevar al laboratorio para la granulometría será de mejor calidad para la elaboración del adobe y utilizar una dosificación de 19% de mucilago ya que este es difícil de absorber mayor cantidad de agua y así no habría problemas de deterioro en la zona por las lluvias constantes.

Se recomienda el uso del mucilago para el adobe porque este tiene mayor resistencia de compresión, flexión y absorción ante un adobe común sin estabilizador

Se recomienda el rango de dosificación del 5% al 19% de baba de penca fresca, ya que con el 5% de mucilago incrementa una resistencia mayor al adobe con tierra y paja, de la misma manera con el 10% mientras que, con el 19% en compresión y flexión disminuye un poco pero no menor que el adobe normal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABANTO, 2017. Thermal properties of adobe employed in Peruvian rural areas: Experimental results and numerical simulation of a traditional bio-composite material, Lima: Elsevier Ltd., 2017. Vol. volumen 6. ISSN 2214-5095.
- BENITES, V. La cabuya, su goma usada como estabilizador en el adobe. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Piura: Facultad de Ingeniería, 2017. 7 pp.
- BOLAÑOS, J. La agregación de baba de nopal en la asimilación del Adobe para una mejor resistencia. (Tesis de licenciatura). Cajamarca: Facultad de Ingeniería, 2016. 14 pp.
- Castro, C. Perfeccionamiento del adobe con sus propiedades. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. 2020, 8 pp.
- CASTROMONTE, F. Adición de la savia de tuna y su consecuencia en las Características Físico Mecánicas del Adobe. Puno: Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2021, 8 pp.
- CESPEDES, R., RIVERA, R. Agregado mucilago de penca para obtener mejores consecuencias en las resistencias. Andahuaylas: Universidad Cesar Vallejo, 2022. 7 pp.
- CHACON, J., SUQUILLO, B., [et al]. Evaluación y Reforzamiento de una Estructura Patrimonial de Adobe con Irregularidad en Planta. Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2021. 1 pp.
- CHARAJA, E., MELENDEZ, I., QUISPE, D. Adobe ecológico a base de mucílago de penca de tuna (opuntia ficus -indica) para el uso en la construcción de

- viviendas unifamiliares. Canta: Universidad Nacional del Callao, 2020. 10 pp.
- DOMINGUEZ, D., MOYA, J. Structural and mechanical performance of adobe with the addition of high-density polyethylene fibres for the construction of low-rise buildings. Chile. Volume 139, no. 2, 2022
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630722004356>
- FENG, W., GANG, L., HONG, L. Strength and stress–strain characteristics of traditional adobe block and masonry. China. 2013, Vol.46, no.9
ISSN: 1359-5997
- FERNANDEZ, W., GALVAN, D. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucílago de cactus, Víctor Fajardo. Perú: Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2021, 7 pp.
- FLORES, C., PINTO, R. Evaluación de la resistencia a la compresión, flexión e inmersión al agua del adobe estabilizado con gel de sábila. Tesis (Licenciatura). Lima: Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2019. 8 pp.
Disponible en:
https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002877531707001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,adobe%20estabilizado&offset=0
- GAMA, J. [et al]. Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. vol. 64, núm. 2, 2012.
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94326949003>
ISSN: 1405-3322
- GARAY, D. Determinación de las propiedades físicas y químicas del material granular obtenido del barrido de las calles de Bogotá, para usarlo como material de construcción. Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. vol. 16, núm. 31. 2012

ISSN: 0123-921X

LOPEZ, M., ALONSO, E., SANCHEZ, A. Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos. México: Universidad Michoacana San Nicolas de Hidalgo, 2021. 2 pp.

MONTOYA, B. Comportamiento físico mecánico en adobe con adición de aceite de linaza. Apurímac: Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2022, 9 pp.

NIETO, L., TELLO, E. 2019. El mucilago de penca como reforzamiento para el adobe. Tesis (Ingeniero civil). Perú: Universidad Peruana de ciencias aplicadas, 2019. 5 pp.

ORDOÑEZ, D., NOA, M., CARRERA, E. Influence of PET fibers on compressive strength, water absorption percentage and density of adobe. 2022
ISSN 10139826

PEDRAZA, B. Evaluación del comportamiento físico mecánico de adobes artesanales con adición de hojas de palmera. Tesis (Ingeniero civil). Cusco: Facultad de ingeniería y arquitectura, 2021. 12 pp.

PUMA, D., AREVALO, S. Evaluación del comportamiento físico y mecánico del adobe con la incorporación del mucilago de huaraco en Macusani. Tesis (Licenciatura). Puno: Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 8 pp.
Disponible en:
https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=alma991002917960407001&context=L&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,adobe%20estabilizado%20con%20mucilago&sortby=rank

RODRIGUEZ, M. [et. al]. Some recommendations for the construction of walls using adobe bricks. Colombia: Facultad de minas, sede Medellin, vol. 81, núm. 185, 2014, pp. 145-152.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49631031021>

ISSN: 0012-7353

ROMERO, I., MINAYA, C. Cusco: viviendas construidas con adobe y goma de penca para mejorar la calidad de vida. Tesis (Ingeniera civil). Cusco: Facultad de Ingeniería y arquitectura, 2020. 7 pp.

SALAZAR, J., TEJADA, Y. Estudio comparativo de solidez a la compactación del Adobe sujetado a los criterios. Trujillo: Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte. 2021, 9 pp.

SALINAS, V., TREJO, M., LIRA, A. Mucilago de penca y sus propiedades. [en línea]. vol. 16, núm. 2. 2015
ISSN: 1665-0204

SILVEIRA, D. [et al]. Study of adobe in ancient times Vol.28. no. 1, 2012.

Disponible en:

<https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&u=univcv&id=GALE|A283591590&v=2.1&it=r>

ISSN: 0950-0618

TORRES, C. Chilca: viviendas reforzadas con adobe y mucilago de tuna mas paja de trigo. Tesis (Ingeniero civil). Cañete: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 6 pp.

UREÑA, M. LLUMITASIG, S. SIZA, A. Nopal sap as a stabilizing additive improves its resistance to adobe. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2019. 1 pp.

VARGAS, L., [et al]. Propiedades físicas de la goma de tuna. México: Universidad de Guanajuato. vol. 26, núm. 1, 2016.
ISSN: 0188-626

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

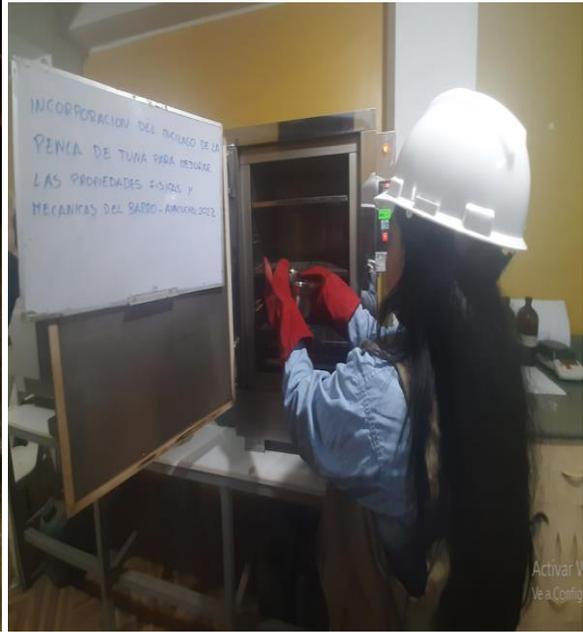
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES, INDICADORES, INSTRUMENTOS Y METODOLOGIA				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA	
¿De qué manera la incorporación del mucílago de la penca de tuna mejorará las propiedades físicas y mecánicas del barro para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023?	Analizar si la incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades físicas y mecánicas para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023.	La incorporación del mucílago de la penca de tuna mejora las propiedades físicas y mecánicas del barro, Ayacucho – 2023.	Mucilago	Dosificación	5% de mucilago de penca de tuna	(Balanza de medición de peso)	Tipo de Investigación: Aplicada.	
					10% de mucilago de penca de tuna			Nivel de Investigación: Explicativo.
					19% de mucilago de penca de tuna			
				penca de tuna	viscosidad	Ficha de recolección de datos	Población: Ayacucho, distrito de Paico, anexo de Sihue	
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICA	V. DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA	
¿De qué manera la incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades físicas para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023?	Determinar si la incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades físicas para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023.	La incorporación del mucílago de la penca de tuna mejora las propiedades físicas del barro, Ayacucho – 2023.	Fisica	Propiedades físicas	Granulometría	Ensayo de granulometría/ficha técnica-NTP 339.134,1999	Muestra: 48 adobes	
					Absorción (%)	Ficha técnica-NTP .399.613 (2005)		Muestreo: No Probabilístico
¿De qué manera la incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades mecánicas para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023?	Determinar si la incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro mejorará las propiedades mecánicas para la elaboración del adobe, Ayacucho- 2023.	La incorporación del mucílago de la penca de tuna mejora las propiedades mecánicas del barro, Ayacucho – 2023.	Mecanica	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Ensayo de compresion E. 080 NTP 399.613	Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel)	
¿Cuál es el efecto que producirá la incorporación de la penca de tuna en el barro en proporción al 5 %, 10% y 19% a las propiedades mecánicas del adobe, Ayacucho- 2023?	Determinar si la incorporación de la penca de tuna en el barro en proporción al 5 %, 10% y 19% mejorará las propiedades físicas y mecánicas del adobe, Ayacucho-2023	La incorporación del mucílago de la penca de tuna en el barro en proporción al 5 %, 10% y 19% mejora las propiedades físicas y mecánicas del adobe, Ayacucho-2023			Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	NTP 399.613 Y NTP 339.604		

ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLES

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Mucilago de penca de tuna	El mucilago se separa de las maduras pencas dándoles mejor utilidad o de las pencas procedentes del cultivo para la productividad de la fruta de tuna. Estos podrían componer la promesa de una gama buena de agentes espesantes de amplio uso en la industria o construcción. Su poder viscosante actualmente está siendo estudiado con buenos resultados muy interesantes, por lo que si se mejoran los rendimientos de linaje podría concursar con aditivos de gran uso para la construcción. (Silva, 2017)	La elaboración del adobe estará compuesta el mucilago de nopal, tierra y agua. El porcentaje de agregado del mucilago es del 5%, 10% y 19% asi mismo la viscosidad del barro.	Dosificación	5% de mucilago de penca de tuna	Razón
				10% de mucilago de penca de tuna	
				19% de mucilago de penca de tuna	
			penca de tuna	viscosidad	
Propiedades del adobe	Teixeira (2015), las propiedades físicas y mecánicas del adobe son las que resuelven la capacidad de soportar cargas por unidad de área, se enuncia por medio de los esfuerzos, estos son llamados la resistencia a la compresión y flexión, así mismo la capacidad del adobe para poder absorber el agua, absorción.	Las propiedades físicas y mecánicas del adobe en su gran mayoría son las más afectadas cuando se muestran desastres naturales y estos suelen ser más vulnerables, por ello agregando el mucilago de penca de tuna se medirá la resistencia a la compresión, flexión y el porcentaje de absorción de los mismos.	Propiedades Físicas	Granulometría	Razón
				Absorción (%)	
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	
				Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	

ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DE CAMPO







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "INCORPORACIÓN DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BARRO, AYACUCHO – 2023", cuyo autor es SANCA POCCORPACHI CINTHYA CORA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 08 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE DNI: 07239759 ORCID: 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 20-07-2023 18:41:00

Código documento Trilce: TRI - 0578749