



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Incorporación del Mucílago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Castromonte Alvaro, Fredd Johan (ORCID: 0000-0002-6250-4509)

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios por guiar, cuidar y bendecir cada paso dado a lo largo de mi existencia y a mi madre Marisol Alvaro Obregón quién dedicó su vida entera en formar, educar y guiar al ser humano y profesional que hoy dedica estas líneas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme llegar a este momento, a mi madre por darme la vida y enseñarme el valor de ser mejor cada día, a mi padre por sus consejos, respaldo y preocupación, a mi familia por su apoyo incondicional en momentos adversos y difíciles, finalmente agradecer a mi querido Adolfo Rodríguez y a mi estimada Cleofe Guevara por mostrarme el verdadero significado de las palabras amistad y familia. Gracias al esfuerzo unificado de cada uno de ustedes se logra hoy una meta personal y profesional.

ÍNDICE

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice	iii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	24
3.1. Tipo y diseño de investigación	24
3.2. Variables y operacionalización	25
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.5. Procedimiento	32
3.6. Métodos de análisis de datos	33
3.7. Aspectos éticos	33
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN	57
VI. CONCLUSIÓN	62
VII. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	66
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuantificación de las muestras de las Características Mecánicas con 5% de mucílago de nopal	29
Tabla 2: Cuantificación de las muestras de las Características Mecánicas con 10% de mucílago de nopal	29
Tabla 3: Cuantificación de las muestras de las Características Mecánicas con 30% de mucílago de nopal	29
Tabla 4: Cuantificación de las muestras de las Características Mecánicas con 55% de mucílago de nopal	30
Tabla 5: Cuantificación de las muestras de las Características Físicas con 5% de mucílago de nopal	30
Tabla 6: Cuantificación de las muestras de las Características Físicas con 10% de mucílago de nopal	30
Tabla 7: Cuantificación de las muestras de las Características Físicas con 30% de mucílago de nopal	30
Tabla 8: Cuantificación de las muestras de las Características Físicas con 55% de mucílago de nopal	31
Tabla 9: Porcentajes de mucilago de nopal propuestas en la tesis citada vs porcentajes planteados	35
Tabla 10: Valores de Absorción de la tesis empleada para análisis	36
Tabla 11: Valores de Absorción Obtenidas tras interpolación	36
Tabla 12: Valores de Absorción Obtenidas tras analizar una posible tendencia	37
Tabla 13: Valores del largo, ancho y alto obtenidas por la Tesis de la Universidad Continental	38
Tabla 14: Valores del largo, ancho y alto obtenidas tras interpolación	39
Tabla 15: Valores del largo, ancho y alto obtenidas tras interpolación	40
Tabla 16: Valores del largo, ancho y alto obtenidas en los ensayos de la Universidad Andina del Cusco	41
Tabla 17: Valores del largo, ancho y alto obtenidas tras interpolación	42
Tabla 18: Valores del largo ya interpolados comparadas de la Universidad Continental vs la Universidad Andina del Cusco	43
Tabla 19: Valores del ancho ya interpolados comparadas de la Universidad Continental vs la Universidad Andina del Cusco	44
Tabla 20: Valores del alto ya interpolados comparadas de la Universidad Continental vs la Universidad Andina del Cusco	45
Tabla 21: Valores obtenidos en los ensayos de succión de la Universidad Andina del Cusco	47
Tabla 22: Valores obtenidos después de la interpolación a los porcentajes que presentan datos numéricos	48
Tabla 23: Porcentajes de mucilago de nopal propuestas en la tesis citada vs porcentajes planteados	49
Tabla 24: Resistencias promedio obtenidas de Tesis citada.	49
Tabla 25: Resistencias Obtenidas con los porcentajes planteados tras la interpolación	50

Tabla 26: Porcentajes de mucilago de nopal propuestas en la tesis citada vs porcentajes planteados	51
Tabla 27: Resistencias promedio obtenidas de Tesis citada.	51
Tabla 28: Resistencias Obtenidas con los porcentajes planteados tras la interpolación	52
Tabla 29: Resistencias Obtenidas con los porcentajes planteados tras la interpolación	52
Tabla 30: Valores de Oquedad de la Universidad Andina del Cusco	53
Tabla 31: Valores de Oquedad después de la interpolación	54
Tabla 32: Porcentajes de Mucílago de Nopal de Artículo Científico vs Tesis presentada	55
Tabla 33: Porcentajes de Porosidad obtenidos en Artículo Científico	56
Tabla 34: Porcentajes de Porosidad obtenidos en después de interpolación y análisis	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Imagen 1: Comparación de porcentajes de absorción de Tesis de la Universidad Continental vs Artículo Científico después de analizar una posible tendencia	37
Imagen 2: Variación Dimensional del adobe prensado después de la interpolación aplicada	40
Imagen 3: Variación Dimensional del adobe prensado después de la interpolación aplicada	43
Imagen 4: Variación Dimensional en el largo de la Universidad Continental vs Universidad Andina del Cusco	44
Imagen 5: Variación Dimensional en el ancho de la Universidad Continental vs Universidad Andina del Cusco	45
Imagen 6: Variación Dimensional en el alto de la Universidad Continental vs Universidad Andina del Cusco	46
Imagen 7: Valores de Succión después de la interpolación y análisis de una posible tendencia	48
Imagen 8: Comparación de los resultados después de la interpolación y análisis	53
Imagen 9: Oquedad después de la interpolación de los resultados de la Universidad Andina del Cusco	55
Imagen 10: Porosidad después de la interpolación de los resultados de la Universidad Andina del Cusco	57

RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo analizar si la incorporación del mucílago de nopal mejorará las características mecánicas y físicas del adobe prensado en el distrito de Chacas, por otro lado la metodología utilizada fue la de un análisis documental con una revisión bibliográfica específica y centrada en el tema principal del estudio donde se realizaron análisis matemáticos para determinar posibles tendencias con la finalidad de llegar a los objetivos, los resultados que se obtuvieron fueron favorables garantizando un aporte positivo con cada objetivo específico estudiado, finalmente se concluye reafirmando las hipótesis planteadas donde se determinó que el mucílago de nopal mejoró las propiedades físicas y mecánicas del adobe prensado.

Palabras Clave: Adobe prensado, Mucílago de nopal, Propiedades Físicas, Propiedades Mecánicas.

ABSTRACT

The present research study aimed to analyze whether the incorporation of nopal mucilage will improve the mechanical and physical characteristics of the pressed adobe in the Chacas district, on the other hand the methodology used was that of a documentary analysis with a specific and focused bibliographic review In the main subject of the study where mathematical analyzes were carried out to determine possible trends in order to reach the objectives, the results obtained were favorable, guaranteeing a positive contribution with each specific objective studied, finally it is concluded by reaffirming the hypotheses raised where determined that the nopal mucilage improved the physical and mechanical properties of the pressed adobe.

Keywords: Pressed Adobe, Nopal Mucilage, Physical Properties, Mechanical Properties.

I. INTRODUCCIÓN

El 31 de mayo de 1970 ocurrió el peor desastre del siglo en el Perú, un terremoto de 7.9 en la escala de Richter que azotó el callejón de Huaylas dejando consigo miles de fallecidos y cuantiosas pérdidas materiales en toda esta extensión territorial del país (El Comercio, 2019, párr.1), este desastre dejó en evidencia la vulnerabilidad de los hogares que en su mayoría eran viviendas construidas con adobes de barro y tapias de tierra compactada que no cumplían criterios técnicos y de seguridad, es que a partir de este antecedente histórico en esta parte del país surgió la necesidad de mejorar las propiedades mecánicas y físicas de este material de tierra cruda con la finalidad de darle una mayor calidad y así mejorar su comportamiento ante eventualidades naturales.

Fresneda y Méndez (2019) en el ámbito internacional manifestaron que una de las tantas deficiencias encontradas en la construcción de viviendas de adobe es que este material posee características mecánicas y físicas deficientes los cuales maximizan las vulnerabilidades sísmicas dentro de la edificación, así mismo mencionan que las causas principales son la antigüedad de estas viviendas, así como también el deterioro significativo y progresivo de estas características, estas causas principales identificadas hacen que ante un evento telúrico la capacidad de resistencia de la edificación o vivienda quede reducida y desprotegida, es que por estos motivos observados y evaluados los autores citados vieron la necesidad de intervenir con la finalidad de reducir los daños producidos en las estructuras a causa de estos movimientos telúricos (p.38).

Dentro de las investigaciones nacionales recopiladas con respecto a esta problemática la investigadora Baldoce (2019) manifestó que en la parte rural de la ciudad de Tarma las viviendas están construidas en su mayoría a base de adobes, éste es un inconveniente debido a que la ubicación geográfica de este lugar se encuentra localizada en la sierra peruana por la que el clima es inverosímil, donde la manifestación de precipitaciones constantes y cambios de climas repentinos deterioran las viviendas que están construidas con este material de tierra cruda, es por ello que se planteó esta investigación con la finalidad de proveer un mejor comportamiento físico a este material de construcción con la adición de materiales naturales (p.3).

En la región Ancash Peñaranda (2018) manifestó que en la ciudad de Huaraz aún se utilizan los adobes como material de construcción a pesar de las precipitaciones y el clima lluvioso, esto ocurre debido a que la utilización de este material de construcción es de bajo costo y de fácil fabricación, por la que se reincide en las mejoras en cuanto a sus propiedades mecánicas para que de esta manera se incremente el uso de estos en las construcciones (p.20).

Los adobes al ser un material rústico presentan deficiencias como la disgregación, agrietamiento y erosión que son producidas por el recurrente contacto con el agua, otras deficiencia que posee es su baja resistencia a la compresión y una casi nula resistencia a la tracción este es un problema que se observa en las viviendas de los caseríos y anexos del distrito de Chacas Ancash las cuales están comprometidas a soportar precipitaciones constantes durante épocas de lluvias, esta sobre exposición a estos acontecimientos naturales y al agua pone en riesgo la estabilidad de la vivienda como también la integridad física de los habitantes.

Para lidiar con esta problemática que aqueja no sólo en el ámbito nacional sino también en el internacional es que se realizaron investigaciones con la finalidad de buscar mejores resultados que puedan cubrir estas carencias que presentan los adobes de barro o de tierra prensada, es el caso de la presente investigación que servirá como antecedente para futuros proyectos e indagaciones científicas que se asemejen a la realidad y a la problemática presentada, para así poder dar posibles soluciones a estos vacíos técnicos presentes en este tipo de material de construcción rudimentario.

Ya con la problemática descrita y expuesta, el problema general que se plantea va contextualizada en la siguiente interrogante **¿De qué manera la incorporación del Mucílago de Nopal afectará en las características físicas-mecánicas de un adobe prensado en el distrito de Chacas-Ancash-2020?**, para dar respuesta a esta interrogante general de manera óptima se identificaron tres problemas específicos, uno de estos tres problemas identificados va descrita en la siguiente incógnita: **¿De qué manera el mucílago de nopal mejorará las características Físicas del adobe prensado?**, el segundo problema específico identificado va reflejado en la pregunta siguiente: **¿De qué manera el mucílago de nopal mejorará las características mecánicas del adobe prensado?** y finalmente el

tercer problema específico va descrito en esta interrogante: **¿De qué manera el mucílago de nopal disminuirá la permeabilidad del adobe prensado?**

Con la problemática ya identificada se justificará a continuación de manera detallada las razones que validan la realización del estudio el cual sirve para mostrar las diferentes perspectivas que pueda tomar este trabajo y hacia donde está orientado.

La **Justificación Técnica** del presente trabajo de investigación parte de la necesidad de mejorar y la de optimizar la manera de cómo se fabrican los adobes tradicionales los cuales son elaborados obviando criterios y especificaciones técnicas, este proyecto investigativo basándose y guiándose de lineamientos técnicos ya existentes servirá para fabricar adobes de tierra prensados de mejor calidad optimando así sus características mecánicas y físicas, esta mejora en la calidad del adobe se logrará incorporando un aditivo natural llamado mucílago de nopal el cual dentro de los ensayos realizados tendrían que arrojar resultados positivos y favorecedores.

Adicional a ello la norma técnica peruana (NTP E 0.80) define a esta incorporación de aditivos químicos, naturales o vegetales como agentes estabilizantes, los cuales mejoran considerablemente sus condiciones de soportar fuerzas de compresión, tracción así como también darle una estabilidad ante la presencia de humedad, entre los estabilizadores más utilizados están el asfalto, el cemento, la cal, así como innumerables estabilizadores vegetales que se van incorporando con la intención de potenciar sus características como es el caso del presente trabajo de investigación. Finalmente, se aspira en crear adobes prensados que logren una estabilización favorable después de la incorporación del mucílago de nopal, este agente vegetal posee propiedades estabilizadoras que con su aplicación podría mejorar las características ya mencionadas con anterioridad.

“La **Justificación Económica** de cualquier proyecto dentro de su estructura tiene que contener las fuentes de financiamiento de este, así como un cronograma donde se evidencie el inicio, el termino y el horario” (Nextews, 2017, párr.10). Posterior a una elaboración de un plan detallado, se confirma que el trabajo de investigación sí contempla este tipo de justificación debido a que se le da una

apreciación económica positiva para con la sociedad, este plan realizado involucrará un análisis de costos unitarios en cuanto a insumos y mano de obra a emplearse.

Los materiales usados para el correcto desarrollo del presente trabajo de investigación son de fácil acceso al poblador común, en cuanto a la difusión y comprensión de las técnicas de construcción empleadas son de fácil adquisición y su entendimiento es de carácter sencillo el cual no requiere conocimientos más amplios del tema. Adicional a ello se sabe que en las diferentes universidades y laboratorios privados especializados del país poseen el material y maquinarias requeridas para la realización de los ensayos de este material investigativo.

Asimismo, Bernal (2010) manifiesta que la **Justificación Práctica** “existe o se debe de considerar cuando el proyecto dentro de su desarrollo ayuda a resolver un problema o en su defecto plantea estrategias que al ser utilizadas y aplicadas éstas contribuyan a resolverlo” (p. 106).

Por lo tanto, en este proyecto se contempla este tipo de justificación debido a que dentro de la parte experimental se incluirán estrategias y criterios técnicos que mejoren las deficiencias que presentan los adobes prensados dentro de la zona en estudio, éstas serán guiadas por las diversas fuentes citadas dentro de esta investigación, así como reglamentos, normas e involucrando los resultados obtenidos en esta parte de la investigación.

De esta manera se espera contribuir a desarrollar ideas que pueden ser afianzadas con los resultados obtenidos en esta investigación para aplicarse en futuros proyectos y sirva como ejemplo a la creatividad de los ingenieros cuyas investigaciones sean afines al tema propuesto o para aquellos que se especialicen en materiales de construcción ya que es una rama de la ingeniería civil que se modifica constantemente y está siendo muy investigada debido a la actual crisis ambiental y económica a nivel mundial. El uso de adobes prensados estabilizados con mucílago de nopal servirá para la construcción de viviendas rudimentarias donde se espera mejorar la vulnerabilidad de este material a los efectos del agua, así como la mejora en sus propiedades mecánicas. Al lograr resultados positivos se evitará el deterioro acelerado de las viviendas construidas con este material

dando una mejor seguridad a los habitantes y dotando a los mismo de una mejor calidad de vida.

Finalmente, el Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente de la Organización de los Estados Unidos (2013) manifestó que la **Justificación Ambiental** de un proyecto tiene que incluir un análisis global de este, así como un análisis detallado de sus principales componentes (p. 65).

Basados en la definición de esta institución este trabajo de investigación si cuenta con este tipo de justificación debido a que se está realizando un análisis de forma detallada del material como el de cada uno de sus componentes, de esta manera se demuestra que la fabricación de adobes comprimidos con prensas hidráulicas tiene un impacto ambiental positivo debido a que no genera un coste energético como la fabricación de otros materiales de construcción que cumplen la misma función arquitectónica, podemos citar a los ladrillos de arcilla industrializados o elaborados de forma artesanal cuya producción genera emisión de gases contaminantes y un elevado costo de producción así como energético, los cuales son perjudiciales para el medio ambiente.

Los objetivos a los cuales se estima llegar con el siguiente trabajo de investigación están estructurados de la siguiente manera, el objetivo general consistió en **analizar si la incorporación del mucílago de nopal mejorará las propiedades físicas y mecánicas del adobe prensado fabricado**, por otro lado uno de los objetivos específicos fue **determinar si el mucílago de nopal mejorará las características Físicas del adobe prensado**, el segundo objetivo específico que se buscó dentro de este trabajo de investigación fue **determinar si el mucílago de nopal mejorará las características mecánicas del adobe prensado** y finalmente el tercer objetivo específico fue **determinar si el mucílago de nopal disminuirá la permeabilidad del adobe prensado**.

Las hipótesis que se plantean a continuación parten de una revisión literaria estudiada y evaluada, ya que con el respaldo de estos estudios publicados con anterioridad se puede plantear la siguiente hipótesis general y afirmar que efectivamente **la incorporación del mucílago de nopal influye en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del adobe prensado fabricado**, como

también de manera más puntual plantear tres hipótesis y afirmar lo siguiente, que **el mucílago de nopal mejora las características Físicas del adobe prensado**, también que **el mucílago de nopal mejora las características mecánicas del adobe prensado** y para poner fin a las hipótesis específicas es que **el mucílago de nopal disminuye la permeabilidad del adobe prensado**.

II. MARCO TEÓRICO

Después de realizar una revisión bibliográfica exhaustiva y enfocada en el tema a desarrollar se seleccionaron las siguientes investigaciones debido a que su contenido guarda una estrecha relación con las variables planteadas, las cuales serán estudiadas en el siguiente trabajo investigativo.

Antecedentes Nacionales: Ramírez (2016), **El objetivo** de la tesis consistió en estudiar las propiedades físicas y mecánicas del adobe al incorporar a su composición biopolímeros durante su fabricación. **La metodología** de la mencionada investigación es de tipo experimental, donde se analizó el efecto del agua en las muestras de tierra a través de dos pruebas, una de ellas fue la del ángulo de contacto y la otra fue la prueba de erosión por goteo, por otro lado, también se analizaron la influencia que poseen algunos aditivos basados en quitosana dentro de las propiedades mecánicas de los especímenes de tierra que fueron modificados con la incorporación de estas sustancias para posteriormente realizar ensayos de compresión, Split y flexión en tres puntos.

Los resultados de estos ensayos que se realizaron con respecto a la penetrabilidad o permeabilidad del agua evidenciaron que este componente adicional influencia de manera positiva en las pruebas realizadas. Con respecto a la resistencia que posee este material a la erosión del agua los resultados en esta parte del experimento mostraron que con un recubrimiento del polímero natural en un 0.5% se puede proveer una mayor resistencia a la penetración del agua.

Concerniente a los resultados obtenidos de la propiedad mecánica de tensión se especifica que los especímenes fueron sometidos a ensayos Split, estos evidenciaron un incremento promedio de un 65% con respecto al adobe al cual no se le incorporó ningún biopolímero. Mientras que, en los ensayos de flexión los resultados presentan un incremento porcentual mucho más alentador después de

aplicada la solución el cual numéricamente es de un 80%. La comparación de las especímenes o muestras con y sin tratamiento en cuanto a los efectos obtenidos demostraron tener coherencia puesto que los ejemplares con características muy afines o parecidas como la homogeneidad y contenido de humedad fueron probadas en todos los casos.

Finalmente **se concluyó** de manera favorable dando respuesta a las hipótesis planteadas, donde la evaluación física consistió en el estudio para mejorar el tiempo de vida y la durabilidad, de manera primordial se evaluaron la resistencia a la penetración del agua y la erosión en muestras tratadas con este biopolímero y otras muestras sin este componente.

Olazabal y Guevara (2019), **el objetivo** fundamental de la presente investigación fue la de identificar el porcentaje al incorporar Cemento Portland tipo IP y Mucilago de Gigantón con la finalidad de que con este parámetro numérico los especímenes presenten un comportamiento óptimo para ser implementado en la fabricación de un adobe estabilizado, la finalidad principal fue para que la unidad de adobe mejore su comportamiento físico y mecánico, donde los parámetros estudiados y evaluados fueron la resistencia a la compresión, resistencia a la erosión, variación dimensional, succión y absorción de agua.

La metodología de la investigación tuvo un enfoque cuantitativo cuyo alcance fue considerado de nivel descriptivo con implicancias correlacionales donde el método de investigación es hipotético-deductivo. **La población** de estudio fue la región del Cusco y su **muestra** el distrito de San Jerónimo. En la presente investigación se **concluyó** que el análisis de variación de magnitudes, y la tendencia de las muestras en cuanto a las propiedades mecánicas y físicas de un adobe estabilizado con Cemento Portland tipo IP utilizan dos porcentajes de estabilización óptimo que son en 5% y un 10%. Los autores después de los resultados obtenidos recomiendan en hacer una estabilización de los adobes con Cemento en un porcentaje de adición de 10% en peso.

Flores y Paredes (2018), **el objetivo** general de la investigación fue mejorar las características físicas y mecánicas del adobe empleando aditivos naturales de la zona para ser más precisos la de Centro Poblado Cambio Puente y los Anexos que

se encuentren dentro de la jurisdicción. **La metodología** de Investigación citada en esta parte del proyecto fue de un diseño metodológico de tipo experimental debido a la manipulación de las variables y el nivel de la investigación fue de nivel descriptivo y es porque se evidenciarán los hechos tal cual están siendo observados **la población** involucrada en el estudio fue la región de Chimbote y **la muestra** en el Centro Poblado de Cambio Puente y Anexos. En esta investigación **se concluyó** de manera satisfactoria donde se logró mejorar las características físicas y mecánicas del bloque de adobe elaborados tradicionalmente en el Centro Poblado de Cambio Puente y Anexos haciendo uso de los aditivos naturales de la misma zona.

Dicha mejora se vio reflejada en **los resultados** obtenidos en los ensayos a la resistencia a compresión, donde se evidenció un aumento a la compresión mínimo de 151.52 % y 134.86 % con la adición de ceniza de cascarilla de arroz con una dosificación de 5% para el suelo de la población y muestra representativa del estudio de investigación. Con respecto la propiedad mecánica de tracción se obtuvo una mejora de 26.60 % y 36.14 % con la incorporación de viruta en un porcentaje de un 6% para el suelo del grupo muestral evaluado y elegido por los investigadores. Por último, hubo un aumento mínimo con respecto a la duración ante el efecto del agua en 52.78 % y 29.09 % incorporando ceniza de cascarilla de arroz con 5% para el suelo de la población en estudio. Finalmente se demostró con las pruebas experimentales que los bloques de adobe estabilizados con los aditivos mencionados obtuvieron valores mayores que el adobe tradicional de la zona e incluso mayor que lo especificado en la norma peruana de estructuras de tierra E.080 aún vigente en el país.

Quintana y Vera (2017), **el objetivo** general de la presente investigación fue la de Evaluar la erosión y la resistencia a compresión de Adobes sustituyendo parcial y de manera total el agua por mucílago de tuna en porcentajes mencionados en el título, **La metodología** de la investigación fue de tipo Cuantitativa, con un nivel metodológico Descriptivo, se empleó un método de investigación Hipotético-Deductivo y el diseño de la metodología aplicado fue de carácter Experimental.

La población considerada por los investigadores según lo especificado en la Norma E0.80 involucran adobes cuya composición fue de paja, suelo, agua y

mucílago de tuna, esta población involucra todos los ensayos necesarios el cual poseyó un total de 300 adobes, **la muestra** de este trabajo investigativo está conformada por un Adobe de 25x13x10cm cuyos parámetros y dimensiones están dentro de lo establecido en la Norma E 0.80, una vez estando dentro de lo normado a este espécimen se le reemplazó el agua por el mucílago de tuna con respecto al peso del adobe en los porcentajes ya planteados y especificados.

Finalmente se **concluyó** que, en los adobes estabilizados con goma de tuna la trabajabilidad de la materia prima se vio reducida y perjudicada debido a la incorporación del mucílago, este comportamiento variable y poco estable evidenció una deficiencia en la compactación haciéndola deficiente e inestable. Esto explica las variaciones que se obtuvieron en los ensayos de erosión.

Antecedentes Internacionales: Alvarado (2015), **el objetivo** de la investigación fue la de evaluar la incidencia que tiene la incorporación de un aglomerante natural dentro de las características tanto físicas como mecánicas de bloques elaborados con tierra compactada. La **metodología** de la investigación se realizó en dos fases, una de ellas conformada por una parte teórica la cual verifica su sustento en antecedentes debidamente citados, así como una revisión bibliográfica de fuentes confiables y una segunda fase la cual involucra una parte experimental donde se evidenciarán los resultados de lo planteado en los objetivos. La parte experimental se realizó en diversos lugares, así como en los laboratorios del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la parte teórica se centralizó en la búsqueda y análisis de innumerables fuentes relacionadas con el tema principal.

La **población** que tomó en cuenta el investigador consistió en fabricar 12 bloques de tierra compactada con la finalidad de evaluarlos dependiendo del tipo de mezcla con el que está elaborado, y las **muestras** presentes en el trabajo de investigación dependen de las mezclas realizadas que para el caso de la investigación son 4, las cuales difieren, debido a que cada una de ellas estará sometida a diferentes ensayos y sujetos a diferentes resultados. Se **concluyó** que la resistencia a la propiedad mecánica de compresión para los BTC que fueron estabilizados con un valor porcentual de un 5 % de aglomerante natural cal puzolana duplicaron su valor a los especímenes que no fueron estabilizados.

De la misma manera, las muestras estabilizadas con cemento tipo UGC impresionantemente duplicaron la resistencia a la propiedad de compresión con respecto a los bloques de tierra comprimido estabilizados con aglomerante natural compuestos por cal y puzolana considerando el mismo porcentaje de estabilización, siendo este valor porcentual el más óptimo y económico utilizado dentro de la estabilización de los bloques de tierra prensado.

Vilela y Loaiza (2017), **el objetivo** de esta investigación fue de estabilizar un suelo óptimo con la incorporación de cemento para la fabricación de adobes, para ello se determinó la granulometría, la densidad y la resistencia a la compresión en los especímenes elaborados, **la metodología** empleada fue de tipo experimental debido a que se realizaron ensayos de laboratorio para la determinación del contenido de humedad, límite líquido, límite plástico y granulometría según AASHTO, de esta manera hacer una clasificación correcta del suelo a emplearse para los ensayos de compresión con la incorporación de 6%, 8% y 10% de cemento con respecto al peso del suelo en las edades de 8, 14 y 28 días, **los resultados** que se obtuvieron al incorporar un porcentaje mayor al 6% de cemento respecto al peso de material utilizado en la fabricación de cada bloque es recomendable debido a que la resistencia se incrementa, cabe recalcar que un porcentaje mayor al 10% aumenta el costo de producción haciendo que no sea competitiva respecto a otras alternativas planteadas.

Finalmente a las **conclusiones** que llegaron los investigadores son que la composición granulométrica de los suelos empleados tradicionalmente en Vinoyacu es un buen lugar de referencia para investigar la fabricación de adobes, así como los grupos RG2 y RG3 luego de pasar por las pruebas de compresión simple a los 28 días de edad incrementaron su resistencia en un 18% y 34% respecto a los del grupo RG8, finalmente concluyen que con la adición del 8% y 10% de cemento mantienen su forma y mejoran la durabilidad en relación aquellos que son fabricados empíricamente.

Ruiz y Vidal (2015), **el objetivo** de la presente investigación fue de evaluar la resistencia de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de las piezas de tierra cruda.

La **metodología** que se empleó en este trabajo citado fue de determinar las características mecánicas de flexión y compresión de las piezas de adobe y realizar el procesamiento de los datos estadísticamente a fin de obtener valores representativos en cuanto a los esfuerzos mecánicos analizados para este material de construcción. La **población** elegida por los autores fue de un total de 30 bloques de tierra comprimidos para los ensayos de compresión y flexión tanto para cada unidad de adobe como para pilas de este material, adicional a ello se ensayaron 50 piezas para la determinación del peso volumétrico por la que la población total fue de 80 bloques, las muestras que se definieron fueron 10 piezas para ensayos a compresión, 10 piezas para ensayos a la flexión y 10 piezas para esos mismos ensayos pero en pilas, adicional a ellos 50 piezas más para determinar el promedio del peso volumétrico de estos adobes prensados.

Los resultados obtenidos evidencian que se deberían de incluir en el momento de la elaboración de la mezcla, materiales adicionales como el cemento, arena gruesa y paja seca, esto con la finalidad de mejorar su comportamiento a la compresión, además de ello se mencionó que pese a la fragilidad de este tipo de material ensayado los resultados fueron alentadores debido a que el adobe utilizado en los ensayos mostró comportamientos promedios muy afines a los recomendados en otros trabajos y normas.

Finalmente se **concluyó** que en cuanto al peso volumétrico resultó un valor bastante razonable el cual estuvo dentro de lo normalizado por las diferentes instituciones reguladoras de este tipo de material, de igual manera con el ensayo a la compresión de estos bloques de tierra comprimidos se alcanzó un valor numérico promedio en cuanto a esta característica mecánica la cual cumple con las recomendaciones mínimas aceptadas en otros países, adicional a ello con respecto a la resistencia a la flexión de estas piezas ensayas se obtuvo un valor de 2.11 kg/cm² el cual es un valor que se encuentra por debajo de los 3 kg/cm² sugeridos por otros investigadores.

Artículos Científicos: Rocha y Oliveira (2019), **el objetivo** de la investigación consistió en informar y mantener a la vanguardia a los estudiantes y profesionales sobre tecnologías que utilizan a la tierra como principal material de construcción, todo esto brindando información relevante para la producción y la aplicación de la tierra en la construcción contemporánea, parte de todo lo compartido en este artículo científico es de divulgar acerca del uso de la tapia pisada o comprimida en estos tiempos y las mejoras significativas en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas que este material de construcción está experimentando. La **metodología** de Investigación fue de tipo no experimental con método de investigación cualitativo ya que se tomaron notas de campo sobre el procedimiento de fabricación de los elementos estudiados y sus eventuales ventajas frente a otras en donde no se aplican tecnologías actuales. **La población** que se eligió en este trabajo de investigación tuvo su sustento en el país de Australia específicamente en el estado de Victoria dentro de la empresa Melbourne, esta empresa se especializa en la elaboración de tapia pisada, comprimida o prensada con tecnologías innovadoras de encofrado.

La muestra se esboza en la producción de la tapia de tierra pisada en el país de Australia donde posee una cadena de elaboración didáctica que se divide en 3 partes, una de ellas es de donde se obtiene el material, el segundo es la fabricación de la cimbra y finalmente la experiencia del personal técnico y la de los constructores. Se **concluyó** que existe una gran expectativa en la sociedad actual para que la construcción contemporánea se convierta en una alternativa sostenible y minimice el impacto ambiental en su fabricación, en su ejecución, en su extracción, uso y descarte de algunos materiales de construcción. Se percibió que la tapia comprimida puede desempeñar un papel muy importante en el desarrollo de las construcciones en la actualidad considerando una eficiencia energética favorable y un proceso constructivo óptimo.

Los resultados a los que se llegó después de la observación realizada es que se resalta la importancia del concreto como estabilizante la cual reduce el descarte de las paredes utilizando este material, se detallaron también de forma resumida y específica las características constructivas de esta técnica la cual da una certera información a los lectores sobre la cadena productiva que desarrollan países como

Australia en cuanto a la utilización de la tapia pisada o prensada. Finalmente dado que muchos países como Brasil consideran a la tierra (suelo) como una alternativa primitiva y poca fiable a pesar de ser uno de los materiales proporcionalmente más empleado en las construcciones en el mundo, por ello dentro del contexto de los resultados se fomenta el conocimiento práctico y teórico más allá de promover solamente información técnica acerca del uso de estas nuevas tecnologías que aportan positivamente en el comportamiento físico y mecánico de la tapia pisada.

Vázquez, Guzmán y Iñiguez (2015), **el objetivo** del siguiente trabajo de investigación fue la de aplicar la estabilización física, mecánica y química con la propuesta de la mejora de bloques de tierra, también la de estudiar las propiedades físico-mecánicas para comparar estas mismas características en adobes versus bloques de tierra fabricados de forma tradicional. La **metodología** utilizada fue la de realizar un análisis granulométrico para saber la composición de la materia prima principal guiándose de normas internacionales como el ASTM D-422 y adicional a ello se realizó ensayos de límite líquido y límite plástico para poder determinar el índice de plasticidad guiados también de normas internacionales como el ASTM D-4318.

La **población** que eligieron los investigadores fue la de 25 bloques elaborados tradicionalmente que no contienen ningún componente químico y 25 a 30 bloques prensados, de los cuales la **muestra** representativa que se analizaron en los diferentes ensayos y pruebas de laboratorio variarán de acuerdo a los porcentajes especificados en la metodología como también la de los componentes químicos que se han considerado para obtener los resultados esperados, finalmente se **concluyó** manifestando lo siguiente, la compactación en prensa hidráulica genera un aumento significativo y positivo en la resistencia a la compresión y absorción de humedad de la pieza, es decir un bloque de tierra comprimida posee un mejor comportamiento mecánico y físico si se compara con el adobe realizado por métodos tradicionales, cabe recalcar que se deben de seguir parámetros, dosificaciones y criterios para la elaboración de estos materiales de construcción.

Aranda y García (2015), **el objetivo** fue establecer mediante la prueba de abrasión la durabilidad física de los bloques de tierra comprimida (BTC) adicionando estabilizantes naturales y minerales. La **metodología** a la que se

acogieron los investigadores fue la de demostrar de manera científica si efectivamente las características físicas a la abrasión de los BTC mejoran con la incorporación de medios gelosos como el mucílago de nopal y sabia agregadas al agua del mezclado en diferentes dosificaciones y concentraciones.

La **población** del estudio quedó constituida por un total de 500 especímenes, en donde 250 de ellos tenían dentro de su composición el mucílago de nopal y en las mismas cantidades el acíbar de sábila, la **muestra** la conformaron cinco lotes constituidos por 10 bloques de tierra comprimido (BTC) para cada una de las concentraciones elaboradas: cero, uno, dos, tres y cuatro (en % p/p) (peso/peso), de igual manera se establecieron 10 bloques para pruebas físicas como compresión seca y húmeda, abrasión o durabilidad, absorción de agua, porosidad y permeabilidad, cabe recalcar que todos los bloques fueron seleccionados de manera aleatoria. Se **concluyó** que al someter a los bloques de tierra comprimida estabilizados con cemento portland ordinario 20 (CPO, estabilizante mineral) al 6% a la prueba de abrasión y durabilidad se evidenció un mejor comportamiento que a los adicionados con sábila en concentraciones de 1% al 4%.

Los **resultados** que se obtuvieron en cuanto a los bloques de tierra comprimidos en concentraciones del 1% al 4% de mucílago de nopal es que se evidencia que en concentraciones bajas no se mejoran las características de estos, por la que de manera experimental se constató que las concentraciones de este aditivo natural al 10% y al 50% alcanzan un porcentaje ideal para lograr mejoras en las características físicas de este tipo de material, por otro lado se determinó que mientras mayor dureza posea el bloque de tierra comprimido mayor será la resistencia a la abrasión por ende menor pérdida de masa por detrimento.

En las líneas siguientes se detallan conceptos teóricos que se relacionan directamente al tema principal los cuales simplificarán el entendimiento del siguiente trabajo de investigación.

El mucílago de nopal es una sustancia natural vegetal viscosa, que se coagula en contacto con el alcohol. También es conocida como una solución acuosa espesa de una goma o dextrina que se utiliza para suspender sustancias con características insolubles las cuales aumentan la viscosidad del material o

sustancia al cual se le añade. Se encuentran en innumerables fuentes vegetales y protozoarias como las algas, semillas de lino (linaza), semillas de chía, en raíces de malva, membrillo, líquen, nopal, en ciertos hongos, etc. Esta sustancia procede de las degradaciones de la celulosa, calosa, lignina y de las materias pécticas (Biología de plantas, 2014, p. 35)

Este elemento natural posee propiedades físicas que pueden ser aprovechadas en el rubro de la construcción específicamente aplicado en los adobes prensados los cuales pueden ser mejorados en el aspecto mecánico y físico.

Al existir estudios referentes a su composición físicoquímica estos refieren que tienen propiedades similares a los exudados gomosos de otras plantas, se reportó que la producción de mucílago de nopal presenta una propiedad muy particular y es que posee efectos **impermeabilizantes** (Baldoceña, 2019, p. 55)

Entre las principales **propiedades** del mucílago de nopal al ser un fluido se puede parametrizar la **viscosidad (cP)** la cual se define como la fricción interna o la resistencia al flujo de un fluido (Jiménez, 2018, p. 5)

Existen **procedimientos** diversos para poder determinar la viscosidad de un fluido, como es el caso del mucílago de nopal donde se mide la velocidad de caída de un sólido de forma esférica a través de este aditivo natural, este procedimiento obedece a la Ley de Stokes, para poder determinar este parámetro físico se tiene que conocer las densidades de la esfera como el del fluido involucrado (Nieto, 2019, p.59)

Otra de las propiedades que posee el mucílago de nopal es la **tensión superficial (mN/m)** la cual es definida como la capacidad que posee la superficie de un líquido que permite soportar una fuerza externa (Ruíz, 2012, p. 1)

La **densidad (g/cm³)** es otra propiedad física que posee todo líquido y cuya definición está dada como la relación que existe entre la masa de este por unidad de volumen (Nieto, 2019, p. 59)

La principal **ventaja** de la utilización del mucílago de nopal como aditivo en la fabricación de adobes prensados es que posee la particularidad de que actúa

como impermeabilizante la cual ayuda a disminuir la erosión provocada por las constantes lluvias, así como mejoras significativas en sus propiedades físicas y mecánicas (Peñaranda, 2018, p.45)

El **procedimiento de extracción** del mucílago se realizó de la siguiente manera, el parénquima medular de los cladodios fue separado manualmente con una navaja para luego ser triturado. Se añadió 250 ml de agua destilada por cada 100 gr de parénquima, posteriormente se hizo girar el material a 100 rpm alrededor de 12 horas y a temperatura ambiente, finalmente se añade agua, reposando y filtrando para obtener patrones de 2°, 3° y 4° filtrados, el resultado que se obtuvo fue que el mucílago presentó un pH ligeramente ácido (Vargas, Arroyo, Herrera, Pérez, García y Rodríguez, 2016, p. 9).

A continuación, se plasman las principales definiciones y se describe cada componente que está involucrado en la fabricación del material de construcción estudiado.

El adobe es considerado en el mundo de la construcción como un material de muy bajo costo ya que la materia prima con el cual se elabora es la tierra la cual se obtiene en cualquier lugar y es elaborada por diferentes comunidades de las diversas localidades, las estructuras a base de este material por lo general son auto construidas ya que la técnica constructiva tradicional es simple y no requiere el consumo de energía adicional (Siavichay y Narváez, 2010, p. 16).

Reforzando a la expuesto anteriormente, los investigadores Flores y Paredes (2018), definen al adobe como un material de construcción que está compuesto principalmente por limos, arcillas y arenas, en ocasiones se le adicionan algún otro material como paja y materia orgánica con la finalidad de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas (p. 9).

Uno de los componentes para la elaboración del adobe son las **arcillas** la cual se define como sedimentos o depósitos minerales que adquiere plasticidad cuando se humedece y cuya consistencia es de un material granuloso sumamente fino, su estructura está formada por partículas muy pequeñas cuyo tamaño es inferior a 4 micras, su composición es principalmente de silicatos de aluminio hidratados (Domínguez y Schifter, 1995, p. 2).

Otro elemento que forma parte dentro de la fabricación del adobe son los **limos** los cuales se definen como suelos de granos finos con una plasticidad mínima o nula, pueden ser limos inorgánicos como los que se encuentran en las canteras o limos orgánicos los que se encuentran en los ríos, éste último posee características plásticas, este componente al encontrarse en un estado suelto son inadecuados para poder soportar las cargas de las edificaciones que son transmitidas y disipadas por medio de las zapatas al suelo (Alfaro, 2019, p. 5).

Las **arenas** se definen como un material granular no plástico, posee partículas granulares de material pétreo es decir que se forman a través de la degradación de las piedras o rocas cuyo tamaño es muy variable, son elaboradas también de manera artificial con maquinaria especializada como chancadoras o trituradoras, por lo general el material que se procesa por lo general son rocas de caliza, granito, arenisca, cuarzo, basalto, cuarcita, dolomita (Mendoza, 2018, p. 7).

En las siguientes tablas se muestran las diferentes características y propiedades que presentan estos componentes.

Otro de los componentes que está involucrado en la fabricación de los adobes es la **materia orgánica** que en términos geológicos la autora Raffino (2020) define a este elemento como la primera capa del suelo la cual está compuesta por restos de descomposición de seres vivos como son los animales, las plantas y los residuos que brindan innumerables nutrientes a los organismos productores, es evidente decir que a mayor presencia de este componente los suelos son más fértiles.

Otra propiedad que poseen todos los componentes de los adobes es la gravedad específica o peso específico relativo el cual numéricamente se expresa como el peso específico del suelo dividido entre el peso específico del agua a una temperatura de 4°C ($1\text{gr}/\text{cm}^3$), tener en cuenta que es un valor numérico unidimensional es decir que carece de unidades, la tabla 3 muestra algunos valores de esta característica del suelo.

Otro elemento que está presente en la elaboración del adobe es la **paja** a la que los investigadores Quintana y Vera (2017) la definen como el tallo seco de algunos cereales existentes y plantas fibrosas, este tallo se encuentra entre la raíz y la espiga, está compuesta por celulosa, lignina y tierra silicia, estos componentes hacen que tenga un exterior ceroso y una propiedad física impermeable (p. 22).

El **agua** dentro de la elaboración del adobe constituye otro componente de suma importancia en el este proceso y cumple la función de permitir el movimiento de las partículas sólidas de la mezcla al transportar a las de menor tamaño entre las que poseen un tamaño mayor, la otra función que desempeña es que activa las propiedades adhesivas de las arcillas que al encontrarse hidratadas generan atracciones electrostáticas sobre el resto del componente, una mezcla recomendable es de un 10% debido a que porcentajes menores generan mezclas heterogéneas que se vuelven frágiles, mientras que el exceso de agua dificulta la compactación y se genera deformaciones en la estructura (Cardozo, 2017, p. 29).

Las **ventajas** que poseen los adobes en la construcción son variadas, los autores Arteaga y Loja (2018, p. 31), consideran que una de las ventajas más significativas es que la materia prima que se utiliza para la elaboración de este material es abundante ya que se puede extraer directamente de las excavaciones y desbanques realizados para la construcción, otro de los potenciales que posee este elemento es que no necesita un proceso industrializado para su elaboración por la que tiene una demanda energética importante en consecuencia es considerado un material ecológico dentro de este rubro, otro punto fuerte que poseen los adobes es que actúan como aislantes térmicos y acústicos, y esto se debe a que este material posee inercia térmica la cual ayuda a regularizar las temperaturas ambientales, de la misma manera al tener paredes gruesas actúan como aislantes sonoros lo cual garantiza el confort adecuado en los ambientes.

Por otro lado, a pesar de que el adobe posee varios puntos muy sobresalientes también posee ciertas **desventajas** como la vulnerabilidad a la humedad ya que este material posee la capacidad de absorber la humedad debido

a su porosidad y a su permeabilidad, otra de las deficiencias de este material es que posee vulnerabilidad sísmica debido al peso propio de la edificación elaborado por este material y una que otra deficiencia en sus características mecánicas y finalmente otra de las desventajas descrita por los autores citados es que su proceso constructivo en verticalidad es complicada debido a su peso y a su limitada manipulación por su dimensión y peso.

Otro concepto que va relacionado directamente con el tema de investigación es el de **adobe prensado** el cual posee otras denominaciones como el de adobe comprimido o también llamado bloque de tierra comprimido (BTC), los autores Vásquez, Botero y Carvajal (2015) hacen mención a que la fabricación de los bloques de tierra comprimidos es una de las técnicas más estudiadas y aplicadas, la tierra utilizada para la obtención de adobes prensados es una mezcla de arena, arcilla y limo el cual está compactada de forma manual con ayuda de una prensa mecánica, de acuerdo a Gernot Minke la tierra óptima en cuanto a su distribución granulométrica para elaborar este tipo de material es de un 14% de arcilla, un 22% de limo y un 64% de arena, lo que hace que normalmente sea necesario agregar arena a la tierra, cabe recalcar que las cantidades y propiedades de estos componentes van a depender del lugar de procedencia (p. 199).

La **aplicación y utilización** de este material en el distrito de Chacas está enfocado básicamente en la construcción de viviendas, muros perimetrales y galpones industriales debido a su bajo costo de producción y la facilidad en su fabricación.

Las **ventajas** que presentan los autores Arteaga y Loja (2018) de un adobe prensado frente a un adobe tradicional es que presentan la posibilidad de un almacenamiento inmediato, otro punto fuerte que manifiestan los investigadores es que el área de producción para realizar este material son más pequeñas de las que se necesitan en la elaboración de un adobe común, adicional a esta característica positiva es que las piezas que se generan en el proceso de compactado son más regulares y perfectas, también en la parte arquitectónica presenta la facilidad que se pueden fabricar bloques de formas especiales con un mejor acabado y finalmente una de las ventajas más importantes es que por el lado de las

propiedades mecánicas éste adobe de tierra comprimida presenta una mayor resistencia a la compresión (p. 35).

En cuanto a la conceptualización de las dimensiones e indicadores del presente trabajo de investigación se realizó una recopilación de información que serán descritas a continuación.

Las **características físicas** de un adobe prensado son las definiciones que se usan para la relación de peso y volumen, un análisis granulométrico que se realiza por tamizado, el cálculo del límite líquido y plástico del suelo con el que va a ser fabricado el adobe prensado, estos parámetros físicos se realizan para conocer el comportamiento que tiene ese suelo analizado (Rodríguez, 2019, p. 6).

La absorción es la capacidad o propiedad física que posee un elemento o material de absorber el agua, la unidad con la que es medida es en porcentajes (Díaz y Puyen, 2019, p. 71)

Existen normas internacionales y nacionales que verifican la validez de los ensayos, así como los procedimientos que se deben de seguir. La prueba de absorción se basó en la NTP 399.613 la cual tiene como objetivo conocer la capacidad que tienen los elementos o muestras de absorber el agua en un estado de saturación, en otras palabras, obtener un índice que refleje la capacidad de absorción de los especímenes después de 24 horas de inmersión. El procedimiento que se sigue es de secar los elementos a ensayar en un horno estándar a 100 °C durante 24 horas, este proceso se realiza con la finalidad de eliminar la humedad natural, a continuación, se proceden a pesar las muestras para luego ser sumergidas a bateas contenidas de agua potable con un registro de su temperatura. Después de las horas transcurridas que sugiere la norma se procede al pesado del material saturado. Finalmente, el % de absorción se obtiene con la siguiente fórmula (Cabrera y Huaynate, 2010, p. 32)

$$\text{Absorción \%} = 100 \frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

Donde:

W_d = Peso seco del espécimen

W_s = Peso del espécimen saturado, después de estar sumergido en el agua fría durante 24 horas

La Variación dimensional es la propiedad física que permite conocer la variación en las dimensiones de los lados de las diferentes unidades de albañilería respecto a sus valores nominales, estos cambios dimensionales pueden llegar a ser considerables los cuales llevarían a consecuencias en la construcción de muros ocasionando variaciones volumétricas en la junta de mortero, como también incidencias negativas en la parte arquitectónica de ser estas unidades de tipo caravista (Vilcas, 2020, p. 28)

La Norma Técnica Peruana 399.613 y 399.604 rigen este tipo de ensayos, así como la de alabeo la cual también es una característica física que se presentan y pueden ser estudiadas en los adobes.

La prueba de **succión de agua** está basada en la NTP 399.613 enfocada en unidades de albañilería, esta propiedad se define como la velocidad inicial con la que el ladrillo absorbe agua por capilaridad cuya unidad de medida y cálculo se realiza en gramos de agua absorbidos por cada centímetro cuadrado (cm^2) de la superficie del bloque puesta en contacto con el agua por un determinado tiempo (un minuto), este procedimiento mide la capilaridad de imbibición del agua por inmersión parcial del elemento (ladrillo, adobe) en periodos de tiempo cortos (Olazabal y Guevara, 2019, p. 97)

El **Límite de Atterberg** es una propiedad física que posee tanto el adobe tradicional como el prensado debido a que su composición es a base de tierra, este ensayo analiza tres características el límite líquido, el límite plástico y el índice plástico, la clasificación del material la da el Sistema Unificado para la Clasificación de Suelos (SUCS) (Benites, 2017, p. 32)

Para determinar los límites de consistencia o Atterberg se tienen que analizar los límites líquidos y plásticos de las muestras, a continuación, se detallarán el procedimiento de los ensayos necesarios para determinar el estado de consistencia del espécimen.

El **Límite Líquido (LL)** es la cantidad de agua en una determinada cantidad de suelo seco, se expresa en porcentajes. El procedimiento para realizar este

ensayo es identificar el tipo de suelo debido a que para cada tipo de suelo el porcentaje de agua es diferenciado, este porcentaje de agua y de suelo se mezclan dentro del equipo de Casagrande (cuchara de casa grande) para luego realizar una ranura, esta ranura tendrá un cierre después de que se deje caer veinticinco veces la cuchara Casagrande a una altura de 10 milímetros, finalmente el ensayo culmina cuando el surco se cierra a una longitud de 13 milímetros (Chávez y Quispe, 2019, p. 41)

El **límite plástico e Índice de Plasticidad** (LP, IP) se determina con la formación de rollitos cilíndricos de forma manual con una dimensión aproximada de tres milímetros. Estos rollitos de suelo se realizan sobre una superficie de vidrio y ya teniendo la dimensión aproximada antes mencionada se procede a doblarlos hasta lograr el fisuramiento, por otro lado, el índice de plasticidad es nada más que la sustracción de límite líquido y límite plástico. (Chávez y Quispe, 2019, p. 42)

La **granulometría** del suelo o de los agregados se define como la distribución de los tamaños de las partículas de este tal como lo determinan las diferentes normas ASTM C 136 y ASTM C33, donde el tamaño del agregado se determina utilizando tamices de malla de alambre con aberturas cuadradas (Materiales de Construcción, 2010, párr. 1)

El análisis granulométrico se realiza con los procedimientos que sugieren las normas internacionales como el ASTM D-422, AASHTO T88 y MTC 107-2000, los aparatos e instrumentos para realizar son principalmente una balanza con sensibilidad de 0.1 gramos, tamices de 3", 2", 1 ½", 1", 3/8", N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140 y N°200, una estufa capaz de mantener temperaturas constantes de 110 +/- 5°C, envases adecuados para el manejo y secado de las muestras y cepillos y brochas para limpiar los tamices. El tamizaje se realizará de acuerdo a las solicitudes y muestras que se evalúen (Laboratorio de Mecánica de suelos UNI, 2006, párr. 2)

Los adobes prensados al ser fabricados con un material anisótropo que carece de homogeneidad, varían en sus características mecánicas debido a que dependen de muchos otros factores como la zona de la cual se obtuvo la materia

prima, el clima que definitivamente influye en el proceso de secado, el proceso de elaboración y el contenido granulométrico, además que se requiere de la adición de estabilizantes para mejorar el comportamiento de este material frente a fuerzas externas como son las fuerzas sísmicas y de gravedad. Por estos motivos es que no se puede estandarizar su módulo de elasticidad ni el módulo de Poisson, propiedades que son estrictamente necesarias para establecer un modelo matemático (Villegas y Esquivel, 2019, p. 33).

Las **características mecánicas** del adobe están relacionadas directamente con el comportamiento que posee este material ante fuerzas externas ya sea directamente en el bloque comprimido o en la aplicación de una edificación construida con este material, las características mecánicas se subdividirán en tres indicadores los cuales serán definidos a continuación.

La **resistencia a la compresión** es la propiedad que tienen los elementos de resistir la aplicación de fuerzas en la misma dirección, pero en sentidos contrarios, las cuales provocan un abombamiento en la parte central reduciendo su longitud inicial, deformándola y agrietándola, estas alteraciones dependerán del tipo de material y su capacidad de soportar estas cargas o fuerzas actuantes (“Elementos Amovibles y Fijos no Estructurales”, 2015, párr. 1).

Los ensayos que se realizan en los laboratorios para determinar los esfuerzos de rotura mínimos para medir el comportamiento y la resistencia del adobe a la compresión se realizan siguiendo los procedimientos que se describen a continuación.

La resistencia de los adobes se mide mediante un ensayo de compresión en cubos que poseen 0.1 metros de arista, por otro lado, el esfuerzo resistente a esta fuerza se obtendrá en base al área transversal de la sección, es de importancia tener en cuenta que se deberán ensayar un mínimo de 6 muestras donde deben de cumplir con que el promedio de los cuatro mejores resultados sea igual o mayor a la resistencia última indicada (f_o) es decir un intervalo mínimo de $1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$ (Norma E.080 “Diseño y Construcción de Tierra Reforzada”, 2017, p. 15).

El ensayo de **Erosión** acelerada de Swinburne (SAET) fue aplicado por los autores Olazabal y Guevara (2019) los cuales estudiaron el comportamiento de los

adobes al desgaste producido en la superficie (cara) tras el contacto continuo a gotas de agua, de esta manera simular las consecuencias que dejan las lluvias periódicas, fuertes, prolongadas y constantes para finalmente hacer la comparación y la verificación de que adobe en su diferente composición resultaría ser más erosionable. El diseño de este ensayo fue guiado por lo establecido en la UNE 41410:2008, norma internacional que verifica los lineamientos sobre tierra comprimida para muros y tabiques, el procedimiento está respaldado por el ensayo diseñado de la Universidad Tecnológica de Swinburne-Australia.

III. METODOLOGÍA

El **tipo de investigación fue aplicada**, ya que tuvo la finalidad de resolver un problema en periodos de tiempo cortos, va dirigida a la aplicación inmediata de acciones concretas para enfrentar directamente al problema. Por ende, este tipo de investigación se dirige a la acción inminente y no al desarrollo de teorías, esto sucede con actividades precisas para buscar solución al problema. (Chávez, 2007, p. 34)

El autor Maurillo (2015) Mencionó que la investigación aplicada recibe también el nombre de investigación práctica o empírica, hace referencia a que una de sus características es buscar la aplicación y utilizar de los conocimientos adquiridos para posteriormente implementar y sintetizar la práctica enfocada en la investigación (p.119).

El **diseño** de la presente investigación fue de tipo **no experimental** de carácter bibliográfico o documental debido a que se realizó consultas a través de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.) Un tipo específico de investigación documental es la investigación secundaria, dentro de la cual podremos incluir a la investigación bibliográfica y toda la tipología de revisiones existentes (revisiones narrativas, revisión de evidencias, meta-análisis, meta síntesis). Esta acepción metodológica de los diseños documentales adopta un formato análogo con independencia de que hablemos de investigación cuantitativa o cualitativa (Guerrero, Montoya y Hueso, 2014, p. 56)

El nivel que alcanzó la **investigación es descriptivo**, debido a que se describirán los hechos tal y como estarían siendo observados y adicional a ello existirá la manipulación de las variables. Por otro lado, el autor Gonzáles (2019), “Menciona que la investigación descriptiva analiza uno o más de los componentes del fenómeno que se va a estudiar, esto ayudará a entender a detalle los indicadores de cada uno de las variables que se está estudiando” (p. 36).

La Investigación encontró un enfoque **cuantitativo** porque se medirán fenómenos que siga una secuencia lógica y adicional a ello es porque se estarán planteando hipótesis y respondiendo a estas. “La investigación científica desde el punto de vista cuantitativo, es un proceso sistemático y ordenado que se lleva a cabo siguiendo determinados pasos como es el caso de la siguiente investigación, ya que respetando esta secuencia se obtendrán los resultados deseados. (Monje, 2011, p.19)

En esta parte del trabajo se identificaron las variables y se hará la operacionalización correspondiente.

El trabajo de investigación poseyó dos **variables** dependientes y una variable independiente debido a que están sujetas a una relación de causa y efecto, la variable independiente (X) será la **incorporación del mucílago de nopal** en sus diferentes porcentajes planteados, mientras que una de las variables dependientes será (Y₁) el efecto en las **características físicas** del adobe prensado y la otra variable dependiente (Y₂) será el efecto en las **características mecánicas** del adobe prensado.

Las **propiedades mecánicas del adobe prensado** se **definen conceptualmente** como aquellos cambios cuantificables que manifiestan y experimentan los adobes prensados frente a la aplicación de fuerzas externas, estas modificaciones pueden ser calculados en ensayos especializados como la resistencia al corte, presión lateral del suelo, consolidación, capacidad de carga, compresión, tracción, flexión. (Materiales, 2017, p. 1).

La **definición operacional** de la variable dependiente (Y₁) se planteó con la recopilación de información de diferentes fuentes bibliográficas relacionados al tema en estudio y la variable analizada, los resultados de los **indicadores**

propuestos como la resistencia a la compresión y la prueba de Erosión acelerada de Swinburne (SAET) obtenidas de estas tesis y artículos científicos fueron interpolados con la finalidad de llegar a lo planteado por el presente trabajo investigativo, estos resultados extraídos por racionalización siguieron lineamientos normativos nacionales e internacionales como el de la Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, Norma E.070-Albañilería, UNE 41410:2008: Lineamientos de muros y tabiques, NTP 313.2020, la **escala de medición** de esta variable fue de razón debido a que no se obtendrán resultados negativos.

Las **propiedades físicas del adobe prensado** se **definen conceptualmente** como aquellas características y particularidades que poseen los diferentes tipos de materiales como los adobes prensados, estos rasgos son visibles, medibles y pueden cambiar sin llegar a alterar su composición y estructura, dentro de las principales propiedades físicas existentes están la estructura del suelo, la saturación, la textura, la consistencia, la variación dimensional, el alabeo, la succión (Materiales, 2017, p. 1)

Asimismo, para dar una **definición operacional** de la variable independiente (Y_2) se realizó la recopilación de información de diferentes fuentes bibliográficas las cuales presentaban una estrecha relación con el tema propuesto, los resultados de los **indicadores** como la variación dimensional, la succión y la absorción fueron extraídos de los estudios involucrados en esta investigación con la finalidad de interpolar y racionalizar la información y así dar con lo propuesto en la presente investigación, este análisis se realizó siguiendo lineamientos de normas nacionales e internacionales como el de la Norma E.080 - Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, Norma E.070 - Albañilería, UNE 41410:2008: Lineamientos de muros y tabiques, NTP 399.613, la **escala de medición** de esta variable fue de **razón** debido a que no se obtendrán resultados negativos.

La **incorporación del mucílago de nopal** se define **conceptualmente** como la acción de agregar una sustancia natural vegetal viscosa, que se coagula en contacto con el alcohol, esta sustancia de origen vegetal es conocida como una solución acuosa espesa de una goma o dextrina que se utiliza para suspender sustancias con características insolubles las cuales aumentan la viscosidad del material o sustancia al cual se le añade. Se encuentran en innumerables fuentes

vegetales y protozoarias como las algas, semillas de lino (linaza), semillas de chía, en raíces de malva, membrillo, liquen, nopal, en ciertos hongos, etc. Esta sustancia procede de las degradaciones de la celulosa, calosa, lignina y de las materias pécticas (Biología de plantas, 2014 p. 35)

Finalmente para dar con la **definición operacional** de la variable independiente (X) se analizaron e interpolaron los resultados de las diferentes fuentes bibliográficas en cuanto a los porcentajes de mucílago de nopal incorporados en cada uno de estos trabajos de investigación, todo esto se realizó con la finalidad de potenciar las propiedades mecánicas y físicas de los adobes prensados, los resultados obtenidos para determinar la resistencia a la compresión, medir la erosión, la variación dimensional, la succión y la absorción fueron siguiendo lineamientos de normativa nacional e internacional como la Norma E.080 - Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, Norma E.070 - Albañilería, UNE 41410:2008: Lineamientos de muros y tabiques, NTP 399.613, NTP 313.2020.

La población se define como el objetivo y el propósito principal del estudio y no necesariamente esta definición se ve relacionada los límites geográficos o la ubicación u otras características que puedan asemejarse a aquella definición. La población en términos de investigación constituye un conjunto de muestras o elementos que forman parte de un grupo de estudio que se determina por medio de diferentes criterios y especificaciones, por tanto, se refiere absolutamente a todos los elementos que en forma individual puede ser incluido en la investigación (Quintana y Vera, 2017, p. 78).

La población del presente trabajo de investigación fue conformada por la fabricación del adobe prensado cuyas dimensiones fueron de 25 x 12.5 x 7 cm, dimensiones que están dentro del rango que sugiere la norma peruana E 0.80, al cual se le incorporará el mucílago de nopal en los porcentajes de 5%, 10%, 30% y 55% con respecto al peso del adobe patrón y se le analizarán las propiedades físicas y mecánicas que posee este material de construcción, la población del siguiente trabajo de investigación contará con un total de 152 adobes comprimidos los cuales serán evaluados de acuerdo a los objetivos planteados.

Los **criterios de Inclusión** que se sugirió fue que los elementos sean elaborados con agua potable, que presenten dimensiones que estén dentro de lo sugerido por la norma E.080, las medidas que se tuvieron en cuenta fueron de 25 x 12.5 x 7 cm, que los bloques de tierra comprimidos tengan la proporción de mucilago de nopal planteada y finalmente que cumplan con los porcentajes de arena, limo y arcilla que sugieren diferentes normativas que regulan y parametrizan la fabricación de este tipo de material.

Los **criterios de exclusión** se realizaron a los especímenes que tengan fisuras, que contengan humedad y que no cumplan con lo establecido en las normas E 0.80 - Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, Norma E.070 - Albañilería, UNE 41410:2008: Lineamientos de muros y tabiques, NTP 399.613, NTP 313.2020.

Por otro lado, **la muestra** es en un grupo selecto y reducido de elementos de la población elegida, al cual se le evaluarán características particulares que se enfoquen específicamente en el estudio, esta evaluación sucede generalmente, pero se tiene que tener en cuenta que no siempre se realiza de esta manera, este análisis se realizará con el propósito de inferir tales características a toda esa población que se quiere analizar, evaluar o estudiar. En estos casos hablamos de muestras que son representativas y los elementos que la componen son tomados siguiendo una metodología al azar de muestreos aleatorios simple, estratificado aleatorio, sistemático con inicio aleatorio u otros. Cabe mencionar que, en el muestreo aleatorio, todos los elementos que están siendo estudiados o contemplados dentro de la investigación tienen las mismas probabilidades de ser incluidos dentro de la muestra (Ramírez, 2005).

El Ministerio de vivienda construcción y saneamiento NTE E.080, 2017 menciona que el mínimo de unidades para los ensayos de laboratorio serán 6 muestras por cada ensayo de compresión y erosión establecido por la misma. En esta investigación respeta y considera el cumplimiento de los lineamientos de la norma y se ha decidido tener 6 muestras por cada ensayo. Para la prueba de absorción establecidas en la NTP 399.613 se ha considerado 6 muestras tomando lo descrito en la NTE E.080, finalmente para los ensayos de Granulometría y

Limites de Atterberg se tomarán muestras representativas del suelo de peso al cual se añadirán los porcentajes planteados en la matriz de operacionalización.

Tabla 1
Cuantificación de las muestras de las Características Mecánicas con 5% de mucílago de nopal

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS SIN MUCÍLAGO DE NOPAL (5%)	ESPECIMEN SECO	
	COMPRESIÓN	EROSIÓN ACELERADA DE SWIN BURNE
	6	6
TOTAL DE MUESTRAS	12	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2
Cuantificación de las muestras de las Características Mecánicas con 10% de mucílago de nopal

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS CON (10%) DE MUCÍLAGO DE NOPAL	ESPECIMEN SECO	
	COMPRESIÓN	EROSIÓN ACELERADA DE SWIN BURNE
	6	6
TOTAL DE MUESTRAS	12	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3
Cuantificación de las muestras de las Características Mecánicas con 30% de mucílago de nopal

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS CON (30%) DE MUCÍLAGO DE NOPAL	ESPECIMEN SECO	
	COMPRESIÓN	EROSIÓN ACELERADA DE SWIN BURNE
	6	6
TOTAL DE MUESTRAS	12	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4
 Cuantificación de las muestras de las Características Mecánicas con 55% de mucílago de nopal

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS CON (55%) DE MUCÍLAGO DE NOPAL	ESPECIMEN SECO	
	COMPRESIÓN	EROSIÓN ACELERADA DE SWIN BURNE
	6	6
TOTAL DE MUESTRAS	12	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5
 Cuantificación de las muestras de las Características Físicas con 5% de mucílago de nopal

CARACTERÍSTICAS FÍSICA SIN MUCÍLAGO DE NOPAL (5%)	ESPECIMEN SECO		
	ABSORCIÓN	VARIACIÓN DIMENSIONAL	SUCCIÓN DE AGUA
	6	10	10
TOTAL DE MUESTRAS	26		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6
 Cuantificación de las muestras de las Características Físicas con 10% de mucílago de nopal.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CON (10%) DE MUCÍLAGO DE NOPAL	ESPECIMEN SECO		
	ABSORCIÓN	VARIACIÓN DIMENSIONAL	SUCCIÓN DE AGUA
	6	10	10
TOTAL DE MUESTRAS	26		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7
 Cuantificación de las muestras de las Características Físicas con 30% de mucílago de nopal

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CON (30%) DE MUCÍLAGO DE NOPAL	ESPECIMEN SECO		
	ABSORCIÓN	VARIACIÓN DIMENSIONAL	SUCCIÓN DE AGUA
	6	10	10
TOTAL DE MUESTRAS	26		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8
Cuantificación de las muestras de las Características Físicas con 55% de mucílago de nopal

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CON (55%) DE MUCÍLAGO DE NOPAL	ESPECIMEN SECO		
	ABSORCIÓN	VARIACIÓN DIMENSIONAL	SUCCIÓN DE AGUA
	6	10	10
TOTAL DE MUESTRAS	26		

Fuente: Elaboración Propia

En este tipo de **muestreo** los investigadores fabricaron sus propios elementos muestrales, se tuvo en cuenta que no es un tipo de muestreo riguroso ya que no todos los elementos de la población seleccionada pueden formar parte de la muestra debido a que los bloques de adobe prensado presentan roturas y fallas. En esta investigación se realizará el método **no probabilístico** porque no se utiliza fórmulas estadísticas para la selección de las muestras (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación 5ta Edición, 2010)

La sistematización bibliográfica fue la **técnica** que se utilizó, esta mencionada técnica puede ser aplicada en cual tema de investigación con la finalidad de determinar la relevancia y la importancia del mismo, de esta manera asegurar la originalidad de la investigación, así también permite que otros investigadores puedan recurrir a las fuentes bibliográficas usadas, entenderlas y analizarlas con el propósito de continuar el trabajo realizado. Dentro de esta sistematización se prescriben estas fases: la definición del problema, la búsqueda de la información, organización de la información y finalmente el análisis de la información (Gómez, Navas, Aponte y Betancourt, 2014, p. 159)

Los instrumentos de recolección de datos fueron las fichas bibliográficas y fichas de trabajo que permitieron recolectar información relevante de las diferentes investigaciones analizadas. Esta información recolectada nos da una idea completa y diversa para poder llegar a los objetivos planteados en este trabajo de investigación, donde con un análisis documental, estadístico y aplicando

interpolaciones se determinaron los resultados que finalmente darían respuesta a las hipótesis planteadas.

Por otro lado, para dar **validez y confiabilidad** a este trabajo de investigación se contó con la asesoría de profesionales con experiencia y debidamente certificados así mismo se tuvo en cuenta normas nacionales e internacionales que establecen los requerimientos de calidad, por lo expuesto se determinó que no es necesaria una validación, esto debido a que se confiaron en los resultados obtenidos de cada tesis y artículo científico involucrado en los procesos de racionalización, interpolación y análisis estadístico.

El **procedimiento** empleado para la siguiente investigación empieza con la definición del problema, este tiene que ser lo suficientemente claro para poder realizar una revisión bibliográfica que responda a las necesidades del proyecto y de lo que se busca, de esta manera lograr un escenario más amplio el cual permita la retroalimentación de la investigación, una vez planteado y definido el problema se procede a la búsqueda de la información la cual consiste en realizar una recopilación bibliográfica extraídas de libros, revistas de divulgación, artículos científicos, sitios web y demás información que es necesaria, es necesario tener en cuenta que el material debe de ser reconocido y certificado para dar un sustento más serio a la investigación.

Una vez realizado el proceso de búsqueda y enfocarlo en el tema de interés se procede a la organización de la información la cual consiste en la organización sistemática de la documentación encontrada, este proceso puede realizarse de manera básica o detallada con la utilización de hojas de cálculo o de programas especializados lo cual maximiza la eficiencia de este procedimiento. Finalmente se procede al análisis de la información ya organizada, de esta manera acceder a la información más útil y vinculada al estudio realizado, este procedimiento es la tarea que toma más dedicación y tiempo debido a que con ella se espera llegar a los objetivos e identificar los aportes que dejará la investigación.

El análisis de datos a seguir fueron los siguientes, se analizaron los resultados obtenidos de las diferentes tesis y artículos científicos, donde se recopilaron datos numéricos de las pruebas de la resistencia compresión y erosión

correspondientes a las propiedades mecánicas del adobe prensado, con respecto a las características físicas de absorción, succión y variación dimensional se realizó el mismo análisis que con las características mecánicas donde se extrajeron resultados numéricos para ser analizados e interpolados, de esta manera dar con los porcentajes planteados en ambas características de los adobes prensados.

Finalmente, con los resultados obtenidos de cada interpolación y análisis empleado se procedió al procesamiento de los datos con ayuda de algunos programas computacionales que simplificaron los resultados obtenidos, posterior a ello se realizaron las conclusiones y las discusiones con los cuales se esperó a responder de manera eficiente a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

La **unidad de análisis** del presente trabajo de investigación serán los bloques de tierra comprimidos sin y con la incorporación del mucílago de nopal respetando las dimensiones 25 x 12.5 x 7 cm que están dentro de la norma E 0.80 para las pruebas de compresión, para los ensayos de granulometría y límite de Atterberg donde se considerarán muestras representativas del suelo obviamente siguiendo los lineamientos del MTC E 110-2000, el ASTM D-4318 y AASHTO-89, estos lineamientos para la correcta

Los **aspectos éticos** que respaldaron lo expuesto en este trabajo de investigación son los antecedentes nacionales e internacionales debidamente citados, las referencias bibliográficas fueron extraídas de tesis, libros, papers, artículos científicos. La investigación garantizó la veracidad de los resultados de cada ensayo, debido a que los resultados obtenidos en la bibliografía recopilada están debidamente certificados por laboratorios acreditados y serios como son laboratorios de universidades públicas y privadas.

El presente proyecto de investigación contribuirá con la ciudadanía para afianzar de mejor manera la utilización de este material de construcción rustico, este podrá ser aprovechado de manera más eficiente debido a que dentro de los beneficios que presentan estos adobes prensados son que poseen bajos costos y son amigables con la naturaleza, dando así a los pobladores una alternativa económica y no perjudicial al medio ambiente.

IV. RESULTADOS

Los alcances y objetivos del proyecto de investigación titulada “Incorporación del Mucílago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020” tiene incidencia en la línea de investigación de Diseño Sísmico y Estructural rama de la ingeniería civil que estudia el comportamiento de sus diferentes materiales como es el adobe prensado, material de construcción que fue estudiado y analizado en sus diferentes características mecánicas y físicas después de la incorporación de un aditivo natural llamado mucílago de nopal, y así determinar la incidencia que tiene este material de origen vegetal en las propiedades físicas y mecánicas de un adobe prensado.

Los Antecedentes que se generen con este análisis documental servirán para futuros estudios y aplicaciones dentro de la rama de los materiales de construcción.

El proyecto presentó una pequeña memoria descriptiva donde se detallaron la ubicación, los ensayos que se analizaron y se documentaron, los materiales, la justificación del estudio y la normativa que abala este estudio.

La ubicación y demografía de donde se planteó realizar el trabajo de investigación fue en el departamento de Ancash, Provincia de Asunción distrito de Chacas, está situada a dos horas y media por vía terrestre de la ciudad de Huaraz y a 8 horas de la ciudad de Lima, su altitud es de 3360 msnm, posee 1990 habitantes y cuenta dos centros poblados el Centro Poblado de Pampash y el Centro Poblado de Rayan.

Los ensayos que se analizaron estadísticamente y por racionalización fueron en cuanto a sus características físicas el **ensayo de absorción, la variación dimensional y el ensayo de succión**, mientras que los ensayos realizados para medir y estudiar las características mecánicas fueron el ensayo a la resistencia a **la compresión y el ensayo de erosión de Swin Burne**, otros estudios complementarios que también se llegaron a evaluar fueron los ensayos de granulometría, los ensayos de límite líquido y límite plástico (índice de plasticidad) esto con la finalidad de saber exactamente en que tipo de suelo se trabajaron las tesis documentadas.

Los materiales que estuvieron presentes en la fabricación de un adobe prensado básicamente es el suelo en su estado bruto que por lo general poseen porcentajes diferenciados de limo, arcilla y arena, por la que los porcentajes ideales y recomendados también fueron motivo de análisis en esta investigación.

Las justificaciones tuvieron un carácter económico, ambiental, práctico y técnico, esto se demostró en la parte introductoria.

La normativa nacional e internacional que abaló esta investigación en cuanto a sus lineamientos y parámetros son la Norma E.080 - Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, Norma E.070 - Albañilería, UNE 41410:2008: Lineamientos de muros y tabiques, NTP 399.613, NTP 313.2020.

Dando respuesta a nuestro primer objetivo específico Determinar si el mucílago de nopal mejorará las características Físicas.

Se tomó datos de la Tesis “Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de tierra comprimida con adición de mucílago de nopal en la ciudad de Huancayo, año 2019”

Para los ensayos se realizó una clasificación de suelo según SUCS el cual determinó que es un suelo Arena arcillosa o limosa A-2-4.

En cuanto a los ensayos de **Absorción**, se realizó un análisis por interpolación debido a que los porcentajes planteados están en los rangos intermedios de la tesis analizada.

Tabla 9
Porcentajes de mucilago de nopal propuestas en la tesis citada vs porcentajes planteados

TIPO DE SUELO (SUCS):	Arena Arcillosa o Limosa A-2-4			
TESIS	PORCENTAJES DE ADICIÓN DE MUCÍLAGO DE NOPAL (%)			
UNIVERSIDAD CONTINENTAL	0%	20%	40%	60%
PORCENTAJE PLANTEADO	5%	10%	30%	55%

Fuente: Universidad Continental

Tabla 10
Valores de Absorción de la tesis empleada para análisis

	VALORES DE ABSORCIÓN EN (%)			
	0%	20%	40%	60%
VALORES DE ABSORCIÓN DE LA UNIVERSIDAD CONTINENTAL	13.24	18.15	14.16	10.54

Fuente: Universidad Continental

INTERPOLANDO VALORES PARA DETERMINAR LA ABSORCIÓN (%):

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} (X - X_0)$$

$$5\% \text{ de Mucílago} = 13.24 + \frac{5 - 0}{20 - 0} (18.15 - 13.24) = 14.4675 \%$$

$$10\% \text{ de Mucílago} = 13.24 + \frac{10 - 0}{20 - 0} (18.15 - 13.24) = 15.695 \%$$

$$30\% \text{ de Mucílago} = 18.15 + \frac{30 - 20}{40 - 20} (14.16 - 18.15) = 16.155 \%$$

$$55\% \text{ de Mucílago} = 14.16 + \frac{55 - 40}{60 - 40} (10.54 - 14.16) = 11.445 \%$$

Tabla 11
Valores de Absorción Obtenidas tras interpolación

TESIS	"Incorporación del Mucílago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020"			
	5%	10%	30%	55%
RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ABSORCIÓN POR INTERPOLACIÓN (%)	14.4675	15.6950	16.1550	11.4450

Fuente: Propia

Para determinar la tendencia se tuvo que involucrar los resultados del Artículo científico denominado “Comparación entre Propiedades Físicas y Mecánicas de Adobes Tradicionales y BTC Estabilizados Químicamente” de la revista 15° SIACOT-ECUADOR donde se obtuvo un 19% de absorción en un adobe patrón prensado, con este resultado se procedió a la comparación de los resultados obtenidos por interpolación, para finalmente estudiar los cambios que este material alcanza con la incorporación del mucílago de nopal en sus diferentes proporciones.

Tabla 12

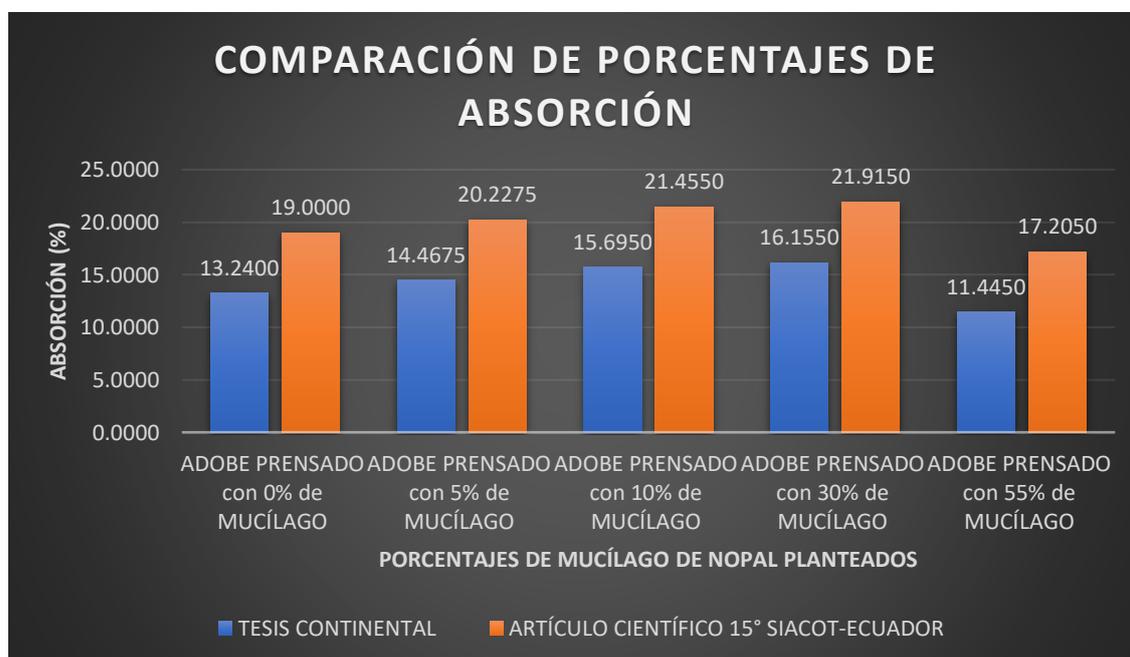
Valores de Absorción Obtenidas tras analizar una posible tendencia

	ADOBE PRENSADO con 0% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 5% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 10% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 30% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 55% de MUCÍLAGO
TESIS CONTINENTAL	13.2400	14.4675	15.6950	16.1550	11.4450
ARTÍCULO CIENTÍFICO 15° SIACOT-ECUADOR	19.0000	20.2275	21.4550	21.9150	17.2050

Fuente: Propia

Imagen 1

Comparación de porcentajes de absorción de Tesis de la Universidad Continental vs Artículo Científico después de analizar una posible tendencia



Fuente: Propia

Para analizar la **Variación Dimensional** de los adobes prensados se realizó la interpolación tanto para medir los cambios en las medidas del largo, ancho y alto del bloque, cabe mencionar que los resultados numéricos fueron extraídos de la tesis titulada “Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de tierra comprimida con adición de mucílago de nopal en la ciudad de Huancayo, año 2019”

Tabla 13

Valores del largo, ancho y alto obtenidas por la Tesis de la Universidad Continental

UNIVERSIDAD CONTINENTAL	DIMENSIONES	BTC con 0% Mucílago	BTC con 20% Mucílago	BTC con 40% Mucílago	BTC con 60% Mucílago
	LARGO	0.10%	0.07%	0.13%	0.06%
	ANCHO	0.30%	0.25%	0.15%	0.29%
	ALTO	1.06%	1.06%	1.19%	0.94%

Fuente: Propia

INTERPOLANDO VALORES PARA EL LARGO:

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} (X - X_0)$$

VALORES INTERPOLADOS PARA EL LARGO DEL ADOBE (%)

$$5\% \text{ de Mucílago} = 0.1 + \frac{5 - 0}{20 - 0} (0.07 - 0.1) = \mathbf{0.0925 \%}$$

$$10\% \text{ de Mucílago} = 0.1 + \frac{10 - 0}{20 - 0} (0.07 - 0.1) = \mathbf{0.535 \%}$$

$$30\% \text{ de Mucílago} = 0.07 + \frac{30 - 20}{40 - 20} (0.13 - 0.07) = \mathbf{0.100 \%}$$

$$55\% \text{ de Mucílago} = 0.13 + \frac{55 - 40}{60 - 40} (0.06 - 0.13) = \mathbf{0.0775 \%}$$

VALORES INTERPOLADOS PARA EL ANCHO DEL ADOBE (%)

$$5\% \text{ de Mucílago} = 0.30 + \frac{5 - 0}{20 - 0} (0.25 - 0.30) = \mathbf{0.2875 \%}$$

$$10\% \text{ de Mucílago} = 0.30 + \frac{10 - 0}{20 - 0} (0.25 - 0.30) = \mathbf{0.275 \%}$$

$$30\% \text{ de Mucílago} = 0.25 + \frac{30 - 20}{40 - 20} (0.15 - 0.25) = \mathbf{0.200\%}$$

$$55\% \text{ de Mucílago} = 0.15 + \frac{55 - 40}{60 - 40} (0.29 - 0.15) = \mathbf{0.255\%}$$

VALORES INTERPOLADOS PARA EL ALTO DEL ADOBE (%)

$$5\% \text{ de Mucílago} = 1.06 + \frac{5 - 0}{20 - 0} (1.06 - 1.06) = \mathbf{1.060 \%}$$

$$10\% \text{ de Mucílago} = 1.06 + \frac{10 - 0}{20 - 0} (1.06 - 1.06) = \mathbf{1.060 \%}$$

$$30\% \text{ de Mucílago} = 1.06 + \frac{30 - 20}{40 - 20} (1.19 - 1.06) = \mathbf{0.125\%}$$

$$55\% \text{ de Mucílago} = 0.15 + \frac{55 - 40}{60 - 40} (0.29 - 0.15) = \mathbf{1.0025\%}$$

Tabla 14

Valores del largo, ancho y alto obtenidas tras interpolación

TESIS	"Incorporación del Mucílago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020"			
	5%	10%	30%	55%
PORCENTAJE PLANTEADO				
LARGO	0.0925	0.085	0.100	0.0775
ANCHO	0.2875	0.275	0.200	0.255
ALTO	1.06	1.06	1.125	1.0025

Fuente: Propia

Tabla 15

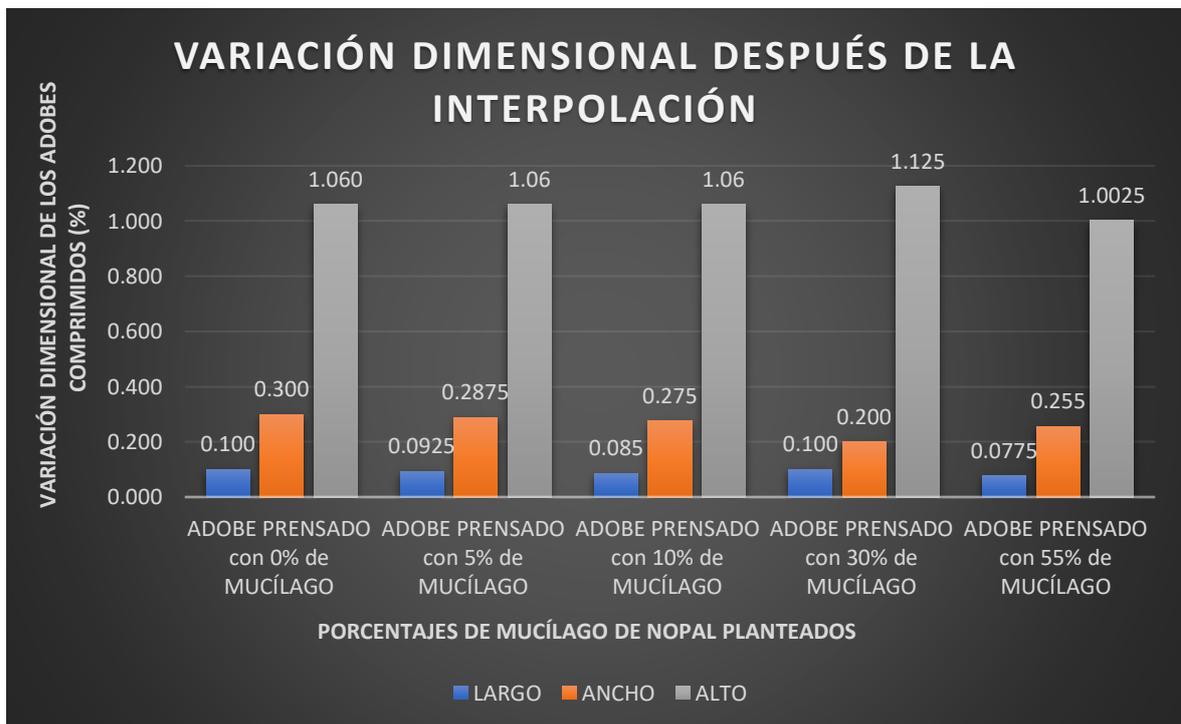
Valores del largo, ancho y alto obtenidas tras interpolación

PORCENTAJE PLANTEADO	ADOBE PRENSADO con 0% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 5% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 10% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 30% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 55% de MUCÍLAGO
LARGO	0.100	0.0925	0.085	0.100	0.0775
ANCHO	0.300	0.2875	0.275	0.200	0.255
ALTO	1.060	1.06	1.06	1.125	1.0025

Fuente: Propia

Imagen 2

Variación Dimensional del adobe prensado después de la interpolación aplicada



Fuente: Propia

Análisis de la variación dimensional tomando como referencia los resultados obtenidos de tesis titulada “Evaluación de la Erosión y la Resistencia a la Compresión de Adobes con Sustitución Parcial y Total de Agua en Peso por Mucílago de Tuna en Porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%” de la Universidad Andina del Cusco.

Tabla 16

Valores del largo, ancho y alto obtenidas en los ensayos de la Universidad Andina del Cusco

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	DIMENSIONES	BTC con 0% Mucílago	BTC con 25% Mucílago	BTC con 50% Mucílago	BTC con 75% Mucílago	BTC con 100% Mucílago
	LARGO	0.51%	0.46%	1.09%	-0.01%	-0.04%
	ANCHO	2.00%	0.59%	1.48%	0.36%	-0.79%
	ALTO	6.76%	4.64%	4.47%	3.22%	0.74%

Fuente: Propia

INTERPOLANDO VALORES PARA EL LARGO:

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} (X - X_0)$$

VALORES INTERPOLADOS PARA EL LARGO DEL ADOBE (%)

$$5\% \text{ de Mucílago} = 0.51 + \frac{5 - 0}{25 - 0} (0.46 - 0.51) = \mathbf{0.500\%}$$

$$10\% \text{ de Mucílago} = 0.51 + \frac{10 - 0}{25 - 0} (0.46 - 0.51) = \mathbf{0.490\%}$$

$$30\% \text{ de Mucílago} = 0.46 + \frac{30 - 25}{50 - 25} (1.09 - 0.46) = \mathbf{0.586\%}$$

$$55\% \text{ de Mucílago} = 1.09 + \frac{55 - 50}{75 - 50} (-0.01 - 1.09) = \mathbf{0.870\%}$$

VALORES INTERPOLADOS PARA EL ANCHO DEL ADOBE (%)

$$5\% \text{ de Mucílago} = 2.00 + \frac{5 - 0}{25 - 0} (0.59 - 2.00) = \mathbf{1.718\%}$$

$$10\% \text{ de Mucílago} = 0.51 + \frac{10 - 0}{25 - 0} (0.59 - 2.00) = \mathbf{1.436\%}$$

$$30\% \text{ de Mucílago} = 0.59 + \frac{30 - 25}{50 - 25} (1.48 - 0.59) = \mathbf{0.768\%}$$

$$55\% \text{ de Mucílago} = 1.48 + \frac{55 - 50}{75 - 50} (0.36 - 1.48) = \mathbf{1.256\%}$$

VALORES INTERPOLADOS PARA EL ALTO DEL ADOBE (%)

$$5\% \text{ de Mucílago} = 6.76 + \frac{5 - 0}{25 - 0} (4.64 - 6.76) = \mathbf{6.336\%}$$

$$10\% \text{ de Mucílago} = 6.76 + \frac{10 - 0}{25 - 0} (4.64 - 6.76) = \mathbf{5.912\%}$$

$$30\% \text{ de Mucílago} = 4.64 + \frac{30 - 25}{50 - 25} (4.47 - 4.64) = \mathbf{4.606\%}$$

$$55\% \text{ de Mucílago} = 4.47 + \frac{55 - 50}{75 - 50} (3.22 - 4.47) = \mathbf{4.220\%}$$

Tabla 17

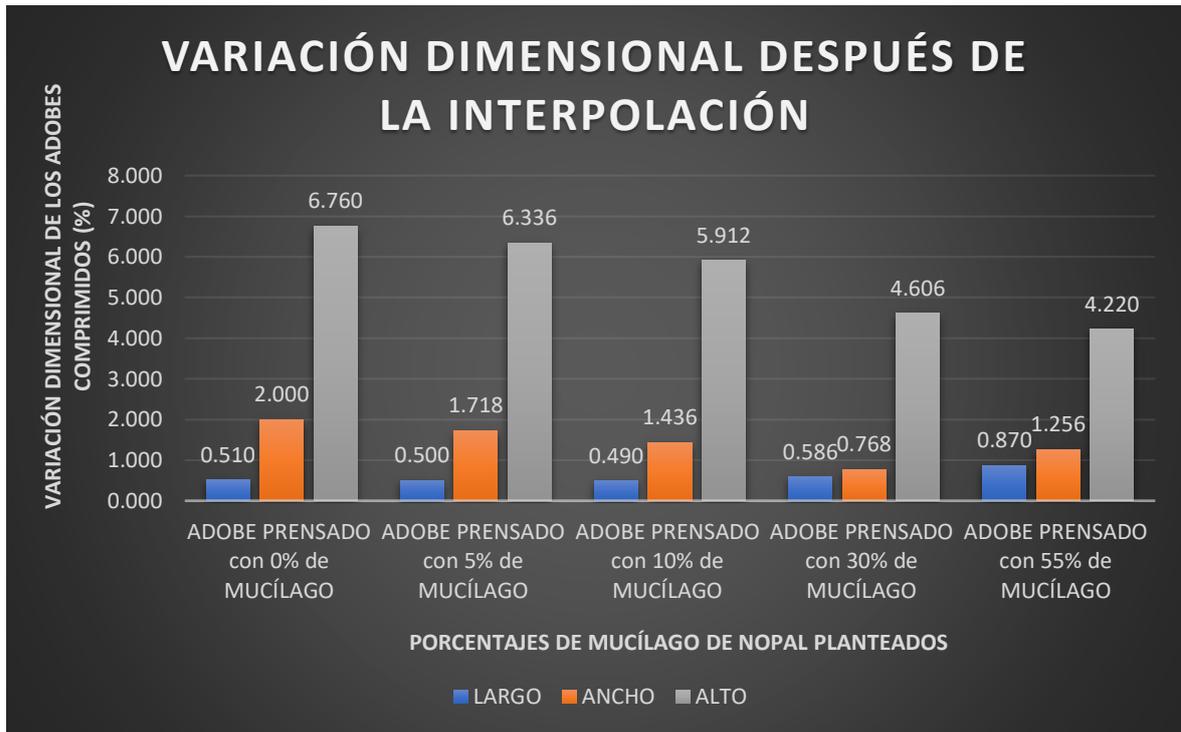
Valores del largo, ancho y alto obtenidas tras interpolación

TESIS	"Incorporación del Mucílago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020"			
	5%	10%	30%	55%
PORCENTAJE PLANTEADO				
LARGO	0.500	0.490	0.586	0.870
ANCHO	1.718	1.436	0.768	1.256
ALTO	6.336	5.912	4.606	4.220

Fuente: Propia

Imagen 3

Variación Dimensional del adobe prensado después de la interpolación aplicada



Fuente: Propia

Comparación de la variación dimensional de la Universidad Continental vs la Universidad Andina del Cusco tanto en largo, ancho y alto.

Tabla 18

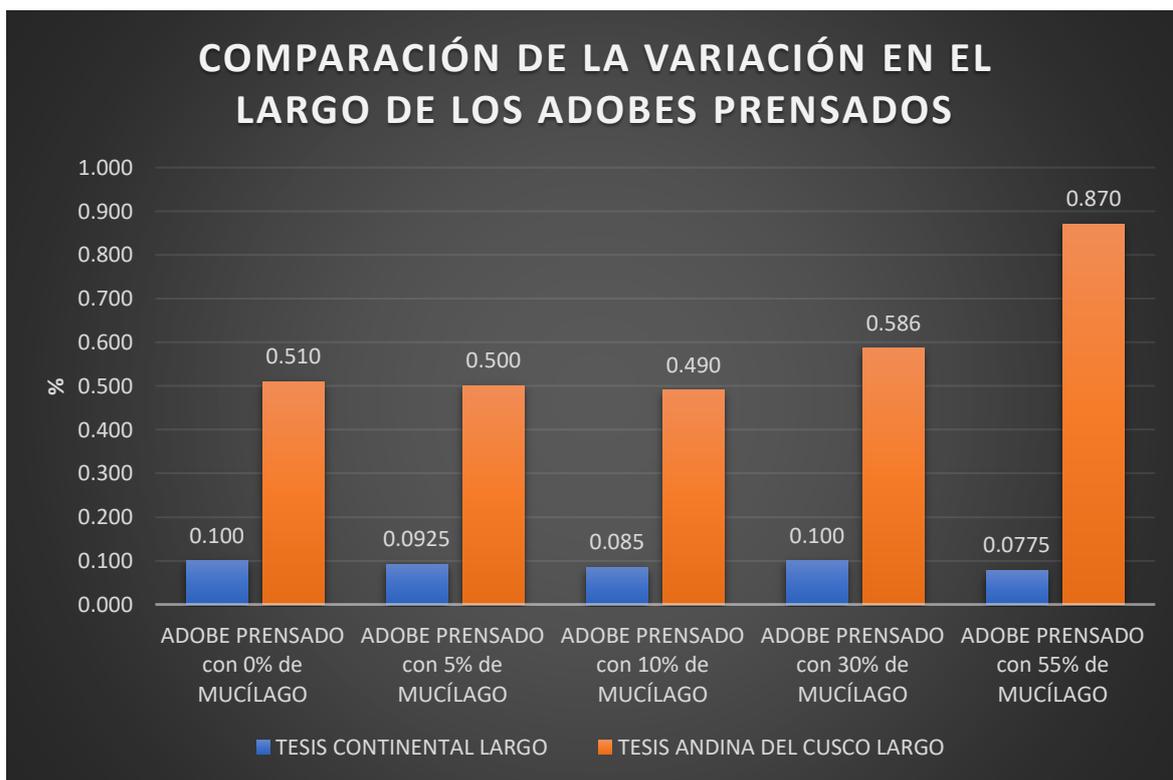
Valores del largo ya interpolados comparadas de la Universidad Continental vs la Universidad Andina del cusco

		ADOBE PRENSADO con 0% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 5% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 10% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 30% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 55% de MUCÍLAGO
TESIS CONTINENTAL	LARGO	0.100	0.0925	0.085	0.100	0.0775
TESIS ANDINA DEL CUSCO	LARGO	0.510	0.500	0.490	0.586	0.870

Fuente: Propia

Imagen 4

Variación Dimensional en el largo de la Universidad Continental vs Universidad Andina del Cusco



Fuente: Propia

Tabla 19

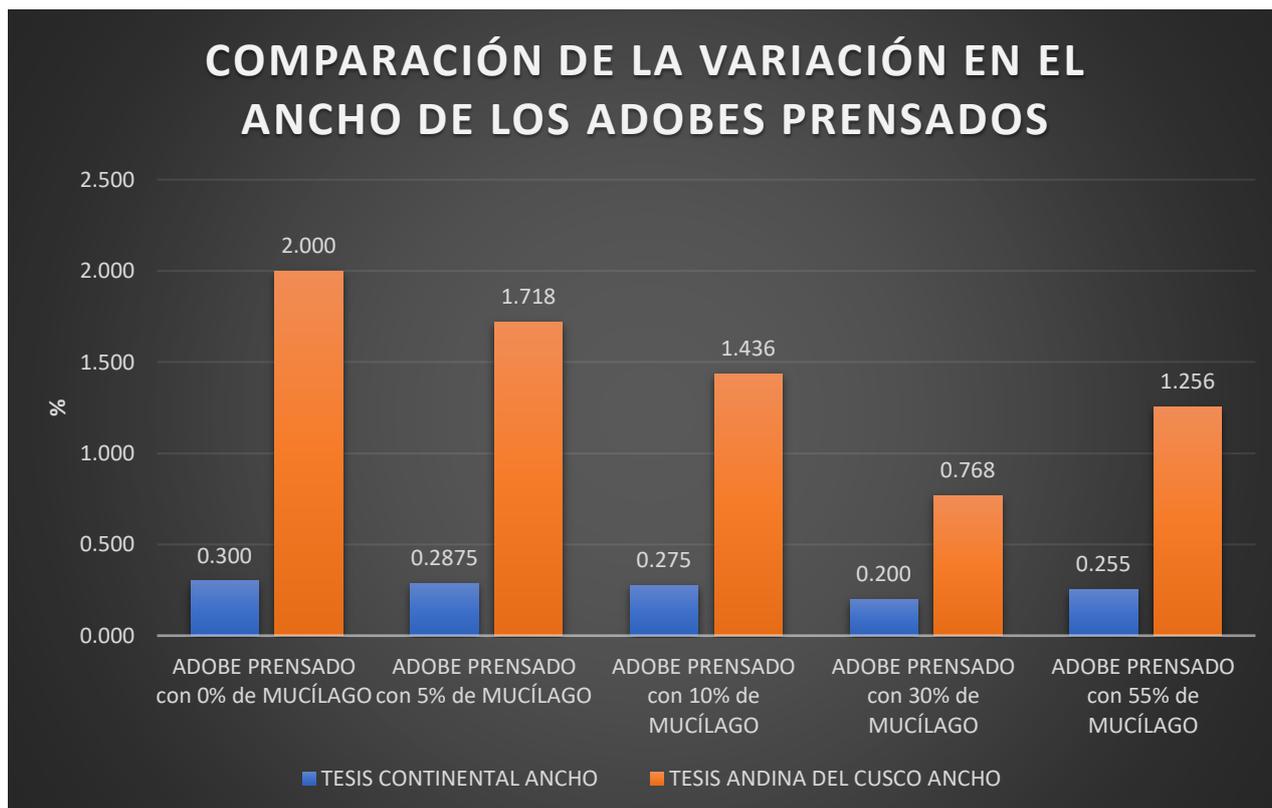
Valores del ancho ya interpolados comparadas de la Universidad Continental vs la Universidad Andina del cusco

		ADOBE PRENSADO con 0% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 5% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 10% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 30% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 55% de MUCÍLAGO
TESIS CONTINENTAL	ANCHO	0.300	0.2875	0.275	0.200	0.255
TESIS ANDINA DEL CUSCO	ANCHO	2.000	1.718	1.436	0.768	1.256

Fuente: Propia

Imagen 5

Variación Dimensional en el ancho de la Universidad Continental vs Universidad Andina del Cusco



Fuente: Propia

Tabla 20

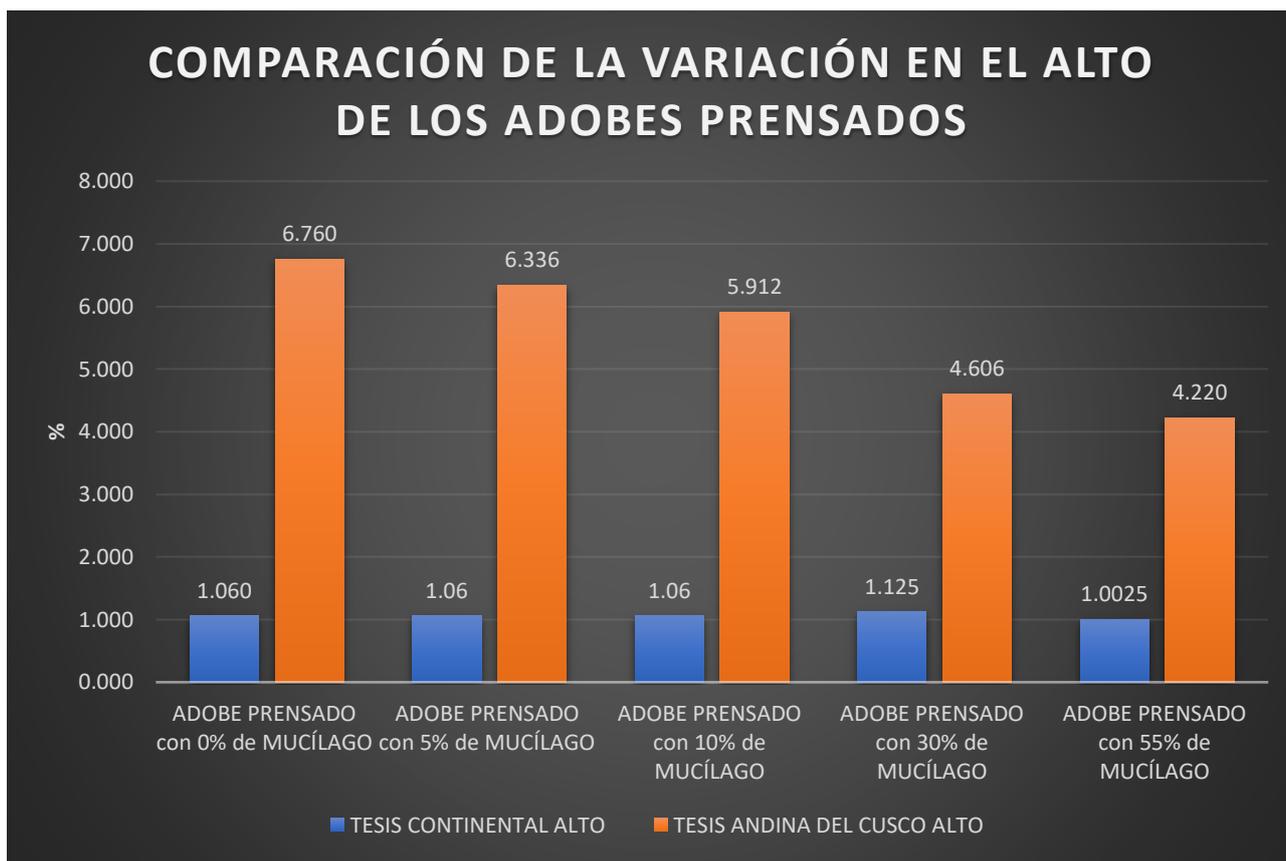
Valores del alto ya interpolados comparadas de la Universidad Continental vs la Universidad Andina del Cusco

		ADOBE PRENSADO con 0% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 5% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 10% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 30% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 55% de MUCÍLAGO
TESIS CONTINENTAL	ALTO	1.060	1.06	1.06	1.125	1.0025
TESIS ANDINA DEL CUSCO	ALTO	6.760	6.336	5.912	4.606	4.220

Fuente: Propia

Imagen 6

Variación Dimensional en el alto de la Universidad Continental vs Universidad Andina del Cusco



Fuente: Propia

Para la propiedad física de **la succión del agua** se analizaron e interpolaron los resultados obtenidos de la tesis “Evaluación de la Erosión y la Resistencia a la Compresión de Adobes con Sustitución Parcial y Total de Agua en Peso por Mucílago de Tuna en Porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%” de la Universidad Andina del Cusco, se analizaron sólo algunos resultados debido a que en estos resultados se evidencia que los especímenes con incorporación menores iguales al 25% presentan degradación después de algunas horas de sumergidos, los valores numéricos obtenidos de la tesis citada se visualizan en la tabla 21.

Tabla 21

Valores obtenidos en los ensayos de succión de la Universidad Andina del Cusco

	BTC con 0% Mucílago	BTC con 25% Mucílago	BTC con 50% Mucílago	BTC con 75% Mucílago	BTC con 100% Mucílago
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	NO SE PUDO EVALUAR	NO SE PUDO EVALUAR	41.48	30.19	10.67

Fuente: Propia

Se realizó la interpolación con los valores del 75% y 50% debido a que los demás valores presentan degradación por lo tanto no se pudieron determinar valores numéricos.

INTERPOLANDO VALORES PARA LA SUCCIÓN:

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} (X - X_0)$$

$$55\% \text{ de Mucílago} = 41.48 + \frac{55 - 50}{75 - 50} (30.19 - 41.48) = \frac{39.22\text{gr}}{\text{min}} / 200\text{cm}^2$$

Para determinar el valor numérico del porcentaje planteado del 30% se realizó una comparación proporcional de la variación que existe entre los bloques de tierra con 50% y 75% de mucílago de nopal y la variación de los bloques con 75% y 100%, para el primer caso se observó una variación de 11.290 gr/min/200cm² en relación a los 25 puntos porcentuales de diferencia entre el 30% y 55% planteados en esta investigación, mientras que en el segundo caso se observó una diferencia numérica de 19.520 gr/min/200cm² en relación también a los 25 puntos de diferencia entre el 30% y 55%, estos dos valores se promediaron para dar una variación más próxima y se obtuvo un valor de 15.405 gr/min/200cm² el cual se le añadió al resultado obtenido por interpolación.

Tabla 22

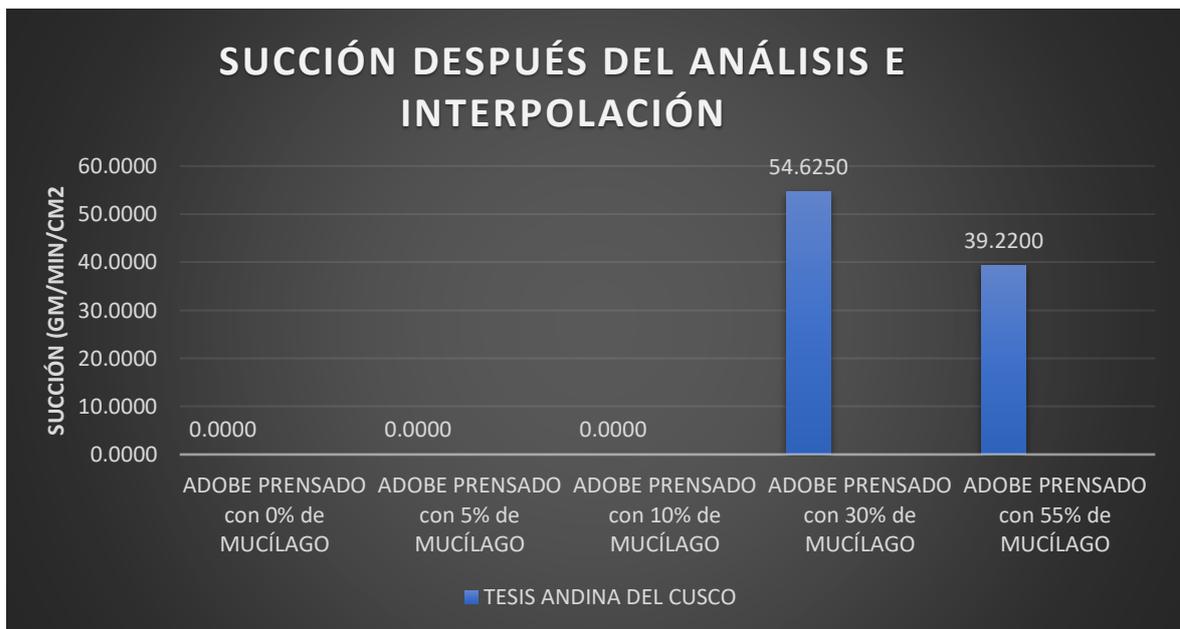
Valores obtenidos después de la interpolación a los porcentajes que presentan datos numéricos

TESIS	"Incorporación del Mucílago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020"			
	PORCENTAJE PLANTEADO	5%	10%	30%
RESULTADOS OBTENIDOS DE LA SUCCIÓN POR INTERPOLACIÓN (GR/MIN/200CM2)	NO SE PUDO EVALUAR	NO SE PUDO EVALUAR	54.6250	39.2200

Fuente: Propia

Imagen 7

Valores de Succión después de la interpolación y análisis de una posible tendencia



Fuente: Propia

Dando respuesta a nuestro **segundo objetivo específico** el cual fue el de determinar si el mucílago de nopal mejorará las características mecánicas.

Se tomó datos de la Tesis “Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de tierra comprimida con adición de mucílago de nopal en la ciudad de Huancayo, año 2019”, resultados que ayudó con el análisis y determinar así un valor aproximado de las **resistencias a la compresión** planteadas en este trabajo de investigación.

Para los ensayos se realizó una clasificación de suelo según SUCS el cual determinó que es un suelo Arena arcillosa o limosa A-2-4.

Tabla 23

Porcentajes de mucilago de nopal propuestas en la tesis citada vs porcentajes planteados

TIPO DE SUELO (SUCS):	Arena Arcillosa o Limosa A-2-4			
TESIS	PORCENTAJES DE ADICIÓN DE MUCÍLAGO DE NOPAL (%)			
UNIVERSIDAD CONTINENTAL	0%	20%	40%	60%
PORCENTAJE PLANTEADO	5%	10%	30%	55%

Fuente: Universidad Continental

Tabla 24

Resistencias promedio obtenidas de Tesis citada.

	VALORES EN (Kg-f/cm2)			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIVERSIDAD CONTINENTAL	22.63	13.03	17.31	29.38

Fuente: Universidad Continental

INTERPOLANDO VALORES:

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} (X - X_0)$$

$$5\% \text{ de Mucílago} = 22.63 + \frac{5 - 0}{20 - 0} (13.03 - 22.63) = 20.23 \text{ (kg - f/cm}^2\text{)}$$

$$10\% \text{ de Mucílago} = 22.63 + \frac{10 - 0}{20 - 0} (13.03 - 22.63) = 17.83 \text{ (kg - f/cm}^2\text{)}$$

$$30\% \text{ de Mucílago} = 13.03 + \frac{30 - 20}{40 - 20} (17.31 - 13.03) = 15.17 \text{ (kg - f/cm}^2\text{)}$$

$$55\% \text{ de Mucílago} = 17.31 + \frac{55 - 40}{60 - 40} (29.38 - 17.31) = 26.36 \text{ (kg - f/cm}^2\text{)}$$

Tabla 25

Resistencias Obtenidas con los porcentajes planteados tras la interpolación

TESIS	"Incorporación del Mucílago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020"			
	PORCENTAJE PLANTEADO	5%	10%	30%
RESISTENCIAS OBTENIDAS POR INTERPOLACIÓN (kg-f/cm ²)	20.23	17.83	15.17	26.36

Fuente: Elaboración Propia

Se tomó datos de la Tesis "Resistencia a la compresión y absorción del adobe compactado con sustitución del agua por goma de tuna en porcentajes de 5%, 10% y 15% Huaraz - Ancash."

Para los ensayos se realizó una clasificación de suelo según SUCS el cual determinó que es un suelo Arena arcillosa

Tabla 26

Porcentajes de mucilago de nopal propuestas en la tesis citada vs porcentajes planteados

TIPO DE SUELO (SUCS):	Arena Arcillosa			
TESIS	PORCENTAJES DE ADICIÓN DE MUCÍLAGO DE NOPAL (%)			
UNIVERSIDAD SAN PEDRO	0%	5%	10%	15%
PORCENTAJE PLANTEADO	5%	10%	30%	55%

Fuente: Universidad San Pedro

Tabla 27

Resistencias promedio obtenidas de Tesis citada.

	VALORES EN (Kg-f/cm²)			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIVERSIDAD SAN PEDRO	19.50	22.20	26.00	28.40

Fuente: Universidad San Pedro

Los porcentajes planteados por el autor de la tesis "Resistencia a la compresión y absorción del adobe compactado con sustitución del agua por goma de tuna en porcentajes de 5%, 10% y 15% Huaraz - Ancash" fueron menores a los planteados en el presente trabajo de investigación por lo que realizar la interpolación se descarta, en consecuencia, se realizó una proyección y un análisis con los resultados obtenidos anteriormente y se determinó una tendencia.

El análisis que se realizó es que al ser porcentajes de mucilago de nopal menores iguales al 15% presentan un significativo incremento a la resistencia a la compresión, pero al aumentar esta incorporación a porcentajes más elevados que oscilan entre el 20% y 40% la resistencia a esta fuerza aplicada baja en 5.32, por

otro lado en la interpolación realizada estos resultados bajaron en 5.06 , esta última variación es la que se tuvo en cuenta debido a que es el resultado que se buscó con la incorporación de este aditivo natural en un 30%.

Así mismo con la incorporación de mucílago de nopal que están en los rangos mayores al 40% incrementan en un 11.19 a la resistencia la incorporación de 55% de mucílago de nopal.

Tabla 28

Resistencias Obtenidas con los porcentajes planteados tras la interpolación

TESIS	“Incorporación del Mucílago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020”			
	5%	10%	30%	55%
PORCENTAJE PLANTEADO				
RESISTENCIAS OBTENIDAS POR INTERPOLACIÓN (kg-f/cm2)	22.20	26.00	17.14	28.33

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29

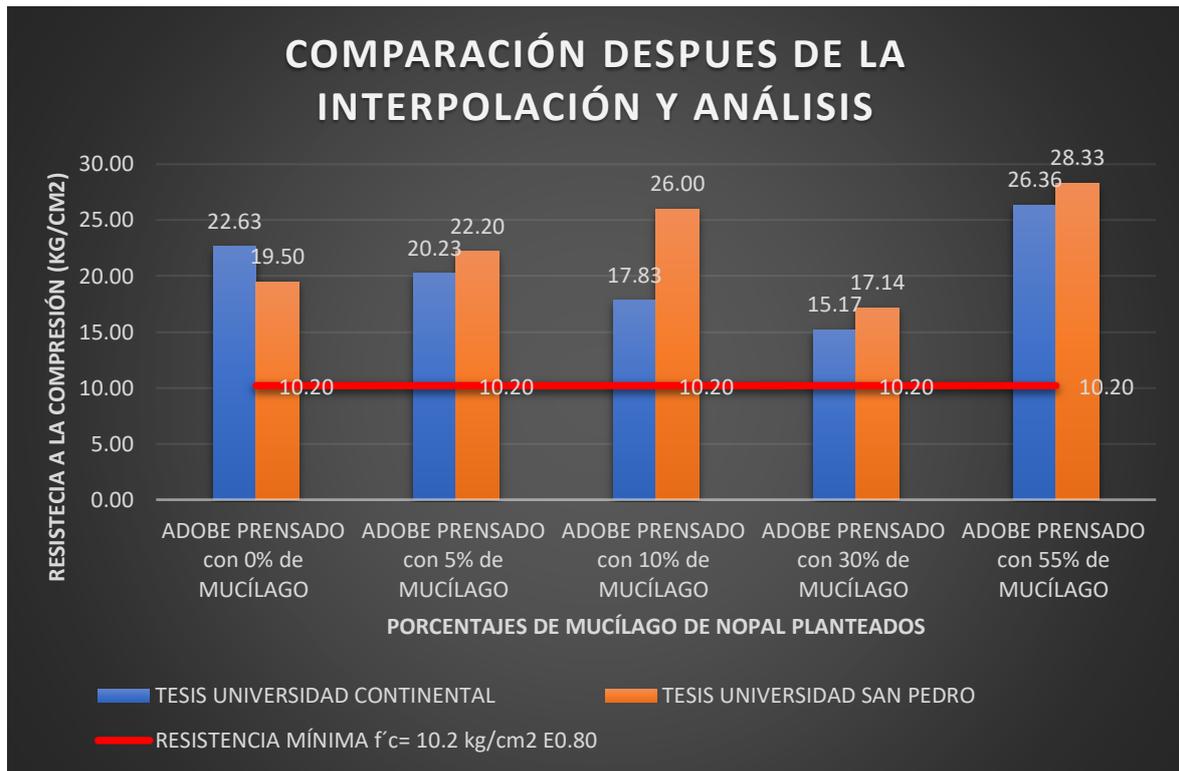
Resistencias Obtenidas con los porcentajes planteados tras la interpolación

TESIS/PORCENTAJES PLANTEADOS	ADOBE PRENSADO con 0% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 5% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 10% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 30% de MUCÍLAGO	ADOBE PRENSADO con 55% de MUCÍLAGO	RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
TESIS UNIVERSIDAD CONTINENTAL	22.63	20.23	17.83	15.17	26.36	
TESIS UNIVERSIDAD SAN PEDRO	19.50	22.20	26.00	17.14	28.33	
RESISTENCIA MÍNIMA f'c= 10.2 kg/cm2 E0.80	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 8

Comparación de los resultados después de la interpolación y análisis



Fuente: Elaboración Propia

Para determinar los valores de **Erosión por el método de Swin Burne** (SAET) se consideraron los resultados de laboratorio obtenidos por la Universidad Andina del Cusco.

Tabla 30

Valores de Oquedad de la Universidad Andina del Cusco

	BTC con 0% Mucílago	BTC con 25% Mucílago	BTC con 50% Mucílago	BTC con 75% Mucílago	BTC con 100% Mucílago
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	27.00	19.70	10.20	6.50	3.00

Fuente: Elaboración Propia

INTERPOLANDO VALORES PARA LA EROSIÓN:

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} (X - X_0)$$

$$5\% \text{ de Mucílago} = 27 + \frac{5 - 0}{25 - 0} (19.7 - 27) = 25.54 \text{ mm}$$

$$10\% \text{ de Mucílago} = 27 + \frac{10 - 0}{25 - 0} (19.7 - 27) = 24.08 \text{ mm}$$

$$30\% \text{ de Mucílago} = 19.7 + \frac{30 - 25}{50 - 25} (10.2 - 19.7) = 17.2 \text{ mm}$$

$$55\% \text{ de Mucílago} = 10.2 + \frac{55 - 50}{75 - 50} (6.5 - 10.2) = 9.46 \text{ mm}$$

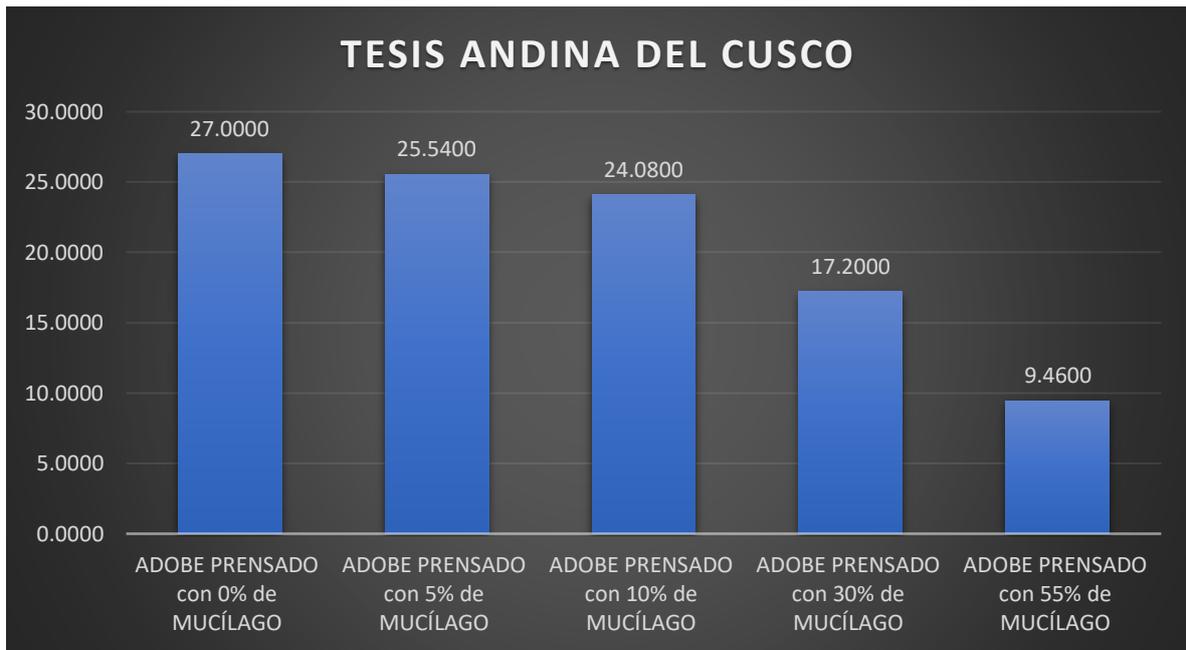
Tabla 31
Valores de Oquedad después de la interpolación

TESIS	“Incorporación del Mucílago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020”				
	0%	5%	10%	30%	55%
RESULTADOS OBTENIDOS DE LA OQUEDAD (mm) POR INTERPOLACIÓN	27.0000	25.5400	24.0800	17.2000	9.4600

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 9

Oquedad después de la interpolación de los resultados de la Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, el **tercer objetivo específico** consistió en determinar si el mucílago de nopal disminuirá la permeabilidad del adobe prensado.

Tabla 32

Porcentajes de Mucílago de Nopal de Artículo Científico vs Tesis presentada

ARTÍCULO CIENTÍFICO	PORCENTAJES DE ADICIÓN DE MUCÍLAGO DE NOPAL (%)					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
"Efecto de la impermeabilidad del Mucílago de Nopal en bloques de tierra comprimidos"	0%	10%	20%	30%	40%	50%
PORCENTAJES PLANTEADO	0%	5%	10%	30%	-	55%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33

Porcentajes de Porosidad obtenidos en Artículo Científico

ARTÍCULO: "Efecto de la impermeabilidad del Mucílago de Nopal en bloques de tierra comprimidos"	BTC con 0% Mucílago	BTC con 10% Mucílago	BTC con 20% Mucílago	BTC con 30% Mucílago	BTC con 40% Mucílago	BTC con 50% Mucílago
POROSIDAD (%)	16.30%	8.20%	12.20%	9.00%	7.10%	7.50%

Fuente: Elaboración Propia

INTERPOLANDO VALORES PARA LA POROSIDAD:

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} (X - X_0)$$

$$5\% \text{ de Mucílago} = 16.30 + \frac{5 - 0}{10 - 0} (8.20 - 16.30) = 12.25 \%$$

Tabla 34

Porcentajes de Porosidad obtenidos en después de interpolación y análisis

TESIS	"Incorporación del Mucílago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020"				
	0%	5%	10%	30%	55%
PORCENTAJES PLANTEADOS					
RESULTADOS OBTENIDOS DE LA POROSIDAD POR INTERPOLACIÓN (%)	16.3000	12.2500	8.2000	9.0000	7.7000

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 10

Porosidad después de la interpolación de los resultados de la Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

Posterior al análisis de los resultados, se procedió con la comparación de los resultados obtenidos en la presente investigación con respecto a los trabajos previos y teorías relacionadas al tema, realizados con anterioridad, siendo evaluados siguiendo un orden en relación a los objetivos establecidos.

Discusión N°01

De acuerdo a lo planteado en el **objetivo general** del presente trabajo de investigación el cual consistió en analizar si la incorporación del mucílago de nopal mejorará las propiedades físico-mecánicas del adobe prensado fabricado.

Definitivamente el mucílago de nopal actúa como un estabilizante natural por lo tanto al actuar de esta manera aporta a la mejora de las propiedades mecánicas y físicas del adobe, por otro lado, se determinó experimentalmente que con la adición de este aditivo al 7% se llega a un punto máximo de estabilización, cabe aclarar que al aumentar el porcentaje de mucílago de gigantón este sigue cumpliendo el papel de estabilizador, pero las propiedades de estos bloques de tierra cruda

disminuyen. Se considera una buena opción para ser utilizado en la fabricación de los adobes por la que es de fácil acceso y el porcentaje óptimo es mínimo por la que no se requerirán grandes cantidades de este aditivo natural (Tapia y Huancachoque, 2016, p. 189)

Posterior a realizar la cita textual de la referencia bibliográfica citada se tuvo consideraciones en cuanto al objetivo general, una de ellas fue que la incorporación del mucílago de nopal en los porcentajes planteados mayores como son del 30% y 55% si aporta en las mejoras de un adobe prensado en las propiedades físicas como son la absorción, la succión, la variación dimensional y la característica mecánica de erosión, mientras que los porcentajes del 5% y 10% planteados el cambio sufrido a la de un adobe patrón es casi imperceptible, incluso en la prueba de succión con estos porcentajes el adobe llega a disgregarse completamente después de transcurrido varios minutos.

Finalmente discutiendo a lo manifestado por los autores Tapia y Huanchoque en la interpretación de sus resultados en cuanto a las mejoras de las características físicas con la incorporación del mucílago de nopal se llegó a determinar que indiscutiblemente este aditivo natural dota de mejoras significativas al adobe pero no en porcentajes menores como el 7% que ellos plantean como óptimo, sino en porcentajes mayores como son el 30% y 55% que se planteó en este trabajo de investigación, esta diferencia en la interpretación de los resultados posiblemente de deban al tipo de suelo empleado en la fabricación, el porcentaje empleado de limo, arcilla y arena, la técnica empleada y otros factores que hacen que los resultados de esta investigación con la de los autores citados para esta parte del trabajo no coincidan.

Por otro lado, en cuanto a las características mecánicas si se llega a un consenso con los autores y es que en porcentajes del 5% y el 10% (porcentajes pequeños) existe una mejora que se asemeja a la que experimentan los adobes con una incorporación mayor como la del 30% y 55% por lo que se manifestó que tiene mayor viabilidad utilizar porcentajes como el 7% planteado por los autores en cuanto a mejoras de las características mecánicas como la compresión.

Discusión N°02

Lo planteado en el **primer objetivo específico** fue de determinar si el mucílago de nopal mejorará las características físicas del adobe prensado.

Vilcas (2020) afirma que el mucílago de nopal aporta de manera positiva y significativa en cuanto a la propiedad física de la variación dimensional, manifestó que las dimensiones experimentaron un incremento y una disminución sin la manifestación de un patrón definido, pero se pudo notar que los bloques de tierra comprimido con un 60% de incorporación de mucílago de nopal tuvieron una variación menor respecto a la del adobe control. Por otro lado, con respecto a la absorción aseveró que el nopal si influyó de manera significativa según lo observado donde la absorción promedio del adobe patrón fue de 13%, con una incorporación de mucílago de nopal de 20% el valor aumentó en un 18.15%, para finalmente disminuir con una adición de este aditivo natural en un 40% y 60% con porcentajes de absorción obtenidos de 14.16% y 10.54% respectivamente (p. 91).

En cuanto a la propiedad física de succión Quintana y Vera (2017) realizaron un análisis y determinaron que los adobes con una incorporación del mucílago de tuna con un 100% presentaron un valor numérico de 10.67 gm/min/200cm² de succión, mientras los adobes con una adición del mucílago de nopal del 75% y 50% obtuvieron un valor de succión de 30.19 gm/min/200cm² y 41.48 gm/min/200cm² respectivamente, mientras que en los porcentajes de adición menores el adobe experimentó disgregación perdiendo así sus dimensiones y la posibilidad de ser evaluado numéricamente (p. 228).

Con respecto a la investigación realizada por Vilcas y el análisis de esta investigación se llegó al consenso, y se determinó que la incorporación del mucílago de nopal en porcentajes mayores iguales que el 55% alcanzan una variación dimensional menor a la del adobe patrón por la que en estos porcentajes aplicados la variación dimensional fue casi imperceptible, por otro lado en cuanto a la propiedad de absorción se coincide con este autor debido a que en porcentajes mayores como los del 30% y 55% la absorción es menor por la que se deduce que, por las propiedades que posee el mucílago el adobe absorbe menos cantidad de

agua y por ende disminuye el porcentaje de este con respecto a adiciones menores y a la del adobe patrón.

Finalmente, sobre la propiedad física de succión Quintana y Vera obtuvieron en sus resultados que a mayor cantidad de incorporación de mucílago de nopal el adobe succiona menor cantidad de agua por minuto en un área determinada por la que se coincide con los resultados del trabajo de investigación planteado que a partir de la adición del 30% y 55% los adobes succionan menor cantidad de agua y esto lleva a que mantengan sus dimensiones y sus características intactas, mientras que en porcentajes de 5% y 10% estos se llegaron a disgregar por la que no se pudo realizar ninguna interpretación.

Discusión N°03

Posterior a todo lo discutido en líneas posteriores se planteó también el **segundo objetivo específico** el cual fue el de determinar si el mucílago de nopal mejorará las características mecánicas del adobe prensado

Peñaranda (2018) demostró su hipótesis inicial la cual consistió que al adicionar la goma de tuna la resistencia del adobe prensado podría superar al valor mínimo de 10.2 kg/cm² indicado por la norma E.080 Diseño y Construcción con tierra reforzada, los porcentajes planteados por esta autora fueron del 0% (adobe patrón), 5%, 10% y 15% con resistencias obtenidas de 19.5 kg/cm², 22.2 kg/cm², 26.0 kg/cm² y 28.4 kg/cm² respectivamente.

Posterior a los resultados obtenidos manifestó que la goma de tuna actúa enlazando las partículas de limo y de arena para finalmente mantenerlas unidas, es por esta causa que actúa como un estabilizador el cual mejora el comportamiento a soportar cargas de compresión, adicional a ello en un análisis químico del mucílago de nopal se determinó que este aditivo natural posee calcio dentro de su estructura molecular, por la que se considera uno de los mejores estabilizantes por consolidación (p. 82).

Quintana y Vera (2017) con respecto a la resistencia a la erosión, los resultados obtenidos posterior a los ensayos realizados de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET) se observó una tendencia bastante marcada a la baja con respecto a los porcentajes de mucílago de nopal incorporados, es decir mientras mayor sea el

porcentaje de incorporación del mucílago de nopal menor fue la oquedad (mm) presentada por los adobes. Los porcentajes planteados en este trabajo de investigación fueron del 0% (adobe patrón), 25%, 50%, 75% y 100% obteniendo una oquedad de 27mm, 19.70mm, 10.2mm, 6.50mm y 3mm respectivamente.

A continuación se discuten los resultados obtenidos por Peñaranda versus el análisis conseguido por interpolación y comparación del presente trabajo de investigación donde se coincide que, en porcentajes de incorporación del aditivo natural estudiado con un 5% y 10% se incrementa la resistencia a la compresión, es decir queda demostrado que en estos porcentajes la resistencia a esta fuerza aumenta, pero con un 30 % de la incorporación del nopal se observa que la resistencia a la compresión cae en 8.86 kg/cm² respecto a los 26 kg/cm² obtenidos con una adición del 10%. Finalmente, con una incorporación de este aditivo al 55% la resistencia aumenta en 2.33kg/cm² respecto al obtenido con un porcentaje de aditivo del 10%, este aumento no es tan significativo en comparación con la cantidad de mucílago que se tendrá que emplear para llegar a estos porcentajes elevados lo cuales serán mayores iguales al 55%, por la que emplear estos altos índices de mucílago limita la fabricación de estos bloques a gran escala.

Con respecto a lo obtenido por Quintana y Vera en lo que confiere a la resistencia a la erosión se coincide con estos dos autores y sus resultados, esto debido a que los valores obtenidos por interpolación siguen la misma tendencia la cual se deduce en una relación inversamente proporcional, es decir que a mayor porcentaje de mucílago de nopal menor será la oquedad (mm), los resultados obtenidos por interpolación fueron 25.54mm, 24.08mm ,17.20mm y 9.46mm con incorporaciones del 5%, 10%, 30% Y 55% respectivamente, resultados que se traducen en que el adobe prensado logra una mayor resistencia a la erosión con incorporaciones mayores de este aditivo natural.

Discusión N°04

Finalmente, lo que se planteó en el **tercer objetivo específico** fue el de determinar si el mucílago de nopal disminuirá la permeabilidad del adobe prensado.

Los autores Aranda y Suárez (2013) mostraron en su investigación que el mucílago de nopal mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de

tierra comprimidos debido a que la disminución de la porosidad está directamente relacionada al cambio de la permeabilidad producido por este aditivo natural, el efecto del mucílago en la permeabilidad del adobe prensado es causado al parecer por la inhibición que este produce entre en agua y el material al no permitir que el líquido ascienda por capilaridad a todo el bloque. Los porcentajes planteados de mucílago de nopal en esta investigación fueron los siguientes 0%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50% con resultados de porosidad obtenidos de 16.3%, 8.2%, 12.2%, 9.0%, 7.1% y 7.5% respectivamente por la que es evidente la disminución de la porosidad al incorporar el moco de nopal (p. 321).

Finalmente se respalda los resultados obtenidos por los investigadores citados en esta parte de la discusión, y esto porque el mucílago de nopal dota de mejoras sustanciales al adobe en cuanto a sus características físicas y mecánicas y se comprueba luego de realizar la interpolación y el análisis con los porcentajes de 5%, 10%, 30% y 55% obteniendo porosidades de 12.5%, 8.2%, 9.0% y 7.7% respectivamente lo cual demuestra que a menor porosidad la succión del agua por capilaridad disminuye en consecuencia la permeabilidad de este material también se reduce, por otro lado esto queda sustentado en los análisis realizados en el primer objetivo específico el cual consistió en determinar si el mucílago de nopal mejora las propiedades físicas del adobe prensado y se demostró que si existe una mejora significativa pero en porcentajes mayores al 30%, cabe recalcar que esta mejora se pudo observar en los análisis realizados en las propiedades físicas de succión y de absorción.

VI. CONCLUSIÓN

Conclusión N°01

Se logró demostrar la hipótesis general la cual mencionó que, la incorporación del mucílago de nopal influye en la mejora de las propiedades físicas-mecánicas del adobe prensado fabricado, esto queda demostrado en los resultados y en las discusiones del presente trabajo debido a que se observan en los diferentes análisis e interpolaciones realizadas que el adobe prensado luego de la incorporación de este aditivo natural mejora significativamente en relación a un adobe patrón incluso superando parámetros mínimos establecidos en normas como la E 0.80 que

considera una resistencia a la compresión mínima de 10.2 kg/cm², así también como parámetros físicos en cuanto a la succión y absorción donde se determinó que en porcentajes mayores que oscilan entre 30% y 55% las mejoras de estas características aumentan considerablemente, por lo tanto se concluye confirmando la hipótesis general.

Conclusión N°02

Se logró demostrar la primera hipótesis específica la cual afirmó que el mucílago de nopal mejora las características físicas del adobe prensado, de acuerdo a la tabla 12 *“Valores de Absorción Obtenidas tras analizar una posible tendencia”* se visualiza que con adiciones de mucílago de nopal del 5%, 10%, y del 30 % los valores de absorción aumentaron con respecto a la de un adobe patrón en 1.2275%, 2.4550% y 2.9150%, mientras que con una adición del 55% disminuyó en 1.7950% con respecto al adobe patrón, con lo observado y analizado en la tabla 15 *“Valores del largo, ancho y alto obtenidas tras interpolación”* en cuanto a la variación dimensional de los adobes prensados se visualiza que no existe una tendencia definida con respecto a los porcentajes empleados de este aditivo natural, pero si existe algo que resalta y es que en cuanto al largo, ancho y alto de un adobe patrón que no contiene ninguna incorporación existe una reducción de 0.0225%, 0.0450% y 0.0575% respectivamente con aquellos adobes prensados que fueron incorporados con un 55% de este aditivo lo cual evidencia una mejora sustancial y finalmente observando la tabla 22 *“Valores obtenidos después de la interpolación a los porcentajes que presentan datos numéricos”* correspondiente a la succión del agua se observa que en porcentajes del 0%(patrón), 5% y 10% los adobes no resisten a este ensayo sufriendo de disgregación y perdiendo sus dimensiones, por la que no se logró determinar un valor numérico en estos porcentajes planteados, pero con la adición del mucílago de nopal en un 30% y 55% los adobes lograron superar el ensayo manteniendo sus dimensiones sin presentar desintegración, los valores obtenidos fueron de 48.2520 (gr/min/cm²) y 39.2200 (gr/min/cm²) respectivamente mostrando una mejora significativa para esta propiedad física del adobe, finalmente después de documentar los resultados obtenidos con sus respectivos análisis se concluye que el mucílago de nopal mejora

las características físicas del adobe prensado, reafirmando de esta manera la primera hipótesis específica.

Conclusión N°03

Se logró demostrar la segunda hipótesis específica la cual aseveró que el mucílago de nopal mejora las características mecánicas del adobe prensado, con lo visualizado en la tabla 29 *“Resistencias Obtenidas con los porcentajes planteados tras la interpolación”* se observó que existe una mejora significativa en la resistencia a la compresión simplemente con la implementación de una prensa hidráulica en la fabricación de adobes versus los métodos de elaboración tradicional, esta observación se realizó comparando la resistencia mínima planteada por la norma peruana E 0.80 y las resistencias a la compresión obtenidas por interpolación. Los resultados que se consiguieron en el análisis y la interpolación reflejaron que en adiciones de mucílago de nopal del 5% y 55% logran un incremento de 2.70 kg/cm² y 8.83 kg/cm² respectivamente con respecto a la resistencia del adobe patrón de 19.50 kg/cm², finalmente se analizó la resistencia a la erosión, donde en la tabla 31 *“Valores de Oquedad después de la interpolación”* se observó que existe una tendencia bastante marcada a la baja en relación al incremento del porcentaje del mucílago de nopal, en esta tabla se plasma que en porcentajes de 0%(patrón), 5%, 10%, 30% y 55% se consiguió valores numéricos de 27.00 mm, 25,54 mm, 24.08 mm, 17.20 mm y 9.46 mm respectivamente, resultados que se traducen en mejoras a la resistencia a la erosión. De esta manera queda en evidencia el aporte positivo de este aditivo natural incorporado al adobe prensado, por lo que se concluye que el mucílago de nopal si aporta en la mejora de las características mecánicas del adobe prensado, reafirmando también la segunda hipótesis específica.

Conclusión N°04

Finalmente se logró demostrar la hipótesis específica la cual afirmó que el mucílago de nopal disminuye la permeabilidad del adobe prensado, se observó en la tabla 34 *“Porcentajes de Porosidad obtenidos después de la interpolación y análisis”* que en porcentajes 0%(patrón), 5%, 10%, 30% y 55% existe una disminución en la porosidad con respecto al incremento del mucílago de nopal,

donde se obtuvieron valores numéricos porcentuales de 16.30%, 12.25%, 8.20%, 9.00% y 7.70%, estos resultados obtenidos en cuanto a los porcentajes de porosidad van relacionados directamente con la permeabilidad por lo que se afirma que a menor porosidad menor será la permeabilidad de los adobes prensados, por lo tanto se concluye que el mucilago de nopal si disminuye la permeabilidad del adobe prensado, por lo que se reafirma finalmente la tercera hipótesis específica.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación N°01

Se recomienda la propuesta de 10 muestras para cada ensayo tanto como para determinar numéricamente las características físicas y mecánicas de un adobe prensado, debido a que en la revisión literaria hecha en esta investigación se indagó que al ensayar este número de especímenes se asegura una desviación estándar de décimas, en consecuencia, la obtención de datos y resultados son más seguros y certeros.

Recomendación N°02

Se recomienda la fabricación de adobes prensados en la zona de Chacas y utilizarlas en la construcción de viviendas, debido a que en tiempo de invierno las precipitaciones son constantes, por la que implementar este material garantiza un mejor comportamiento mecánico y físico que un adobe tradicional, y esto se demostró en el desarrollo de la presente investigación.

Recomendación N°03

Se recomienda incorporar el mucílago de nopal como aditivo natural en la fabricación de adobes prensados debido a que este material abunda en la zona y su extracción la puede ejecutar un lugareño de a pie, por la que realizar este proceso no requiere de conocimientos técnicos, además de ello porque aporta en la mejora de las propiedades físicas de absorción, succión y variación dimensional garantizando a los adobes fabricados menor permeabilidad en tiempos de lluvia, por la que la degradación y deterioro de este material de construcción se

evidenciará en periodos más prolongados de tiempo que en adobes tradicionales sin la incorporación de este aditivo.

Recomendación N°04

Se recomienda seguir los planteamientos y sugerencias de los autores citados en esta investigación debido a que se demostró en estudios especializados que la composición granulométrica del suelo que es considerado óptimo debería de poseer un porcentaje de arcilla mínimo del 15%, un porcentaje de 25% de limos y un 60% de arena, esto con la finalidad de lograr una mejor compactación y adherencia entre partículas y garantizar un mejor comportamiento físico y mecánico.

Recomendación N°05

Se recomienda realizar futuras investigaciones con respecto a este tema porque al ser la tierra el segundo elemento más abundante en el planeta este garantiza la sostenibilidad con el paso del tiempo y un ahorro energético donde se evidenciará la conservación del medio ambiente para las generaciones venideras.

REFERENCIAS:

- ✓ ALVARADO Figueroa Marvin. Bloques de tierra compactada estabilizados con aglomerante natural CP. Tesis (Ingeniero civil). San Carlos: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2015. 197pp.
- ✓ ARCE Cárdenas, Rubén y ARODRIGUEZ Yupanqui, Víctor. Propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo Joven Yanama-Ayacucho. Tesis (Ingeniero Civil). Ayacucho: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas-Civil, 2014. 71 pp.
- ✓ AZNARÁN Monzón, Guillermo. Influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del adobe en el distrito de Santa–Ancash-

2018. Tesis (Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 60 pp.
- ✓ BAILÓN Abad, Emperatriz, ESPINOZA Guaricela, Romel y ACEVEDO Catá Jorge. Bloque de suelo estabilizado en pequeño formato y tecnología de colocación en obra en vivienda de interés social. Revista Ingeniería y Desarrollo [en línea]. Enero-junio 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v37n1/2145-9371-inde-37-01-00105.pdf>. ISSN:2 145-9312
 - ✓ BALDOCEDA Allca, Viridiana. Aplicación de la savia de nopal como impermeabilizador en construcciones de adobe en el barrio Cecilio Limaymanta de Tarma–Junín. Tesis (Ingeniero Civil). Tarma: Universidad Católica Sedes Sapientiae, Facultad de Ingeniería. 2019. 141 pp.
 - ✓ BENITES Zapata, Verónica. Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea andina*). Tesis (Ingeniero civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2017. 71 pp.
 - ✓ BONILLA Sánchez, David y MERINO Cabezas, José. Estudio de las propiedades físicas de la caña guadúa y su aplicación como refuerzo en la construcción de estructuras de adobe. Tesis (Ingeniero Civil y Ambiental). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2017. 155 pp.
 - ✓ BRINGAS, Segura Aldo y RUIZ Castillo, Mirella. Influencia del uso de la goma natural de *Cordia Lutea* en la resistencia a compresión, módulo de elasticidad y succión del tapial en el centro poblado Cungunday, Distrito de Charat (Otuzco). Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2020. 78 pp.

- ✓ BULNES Gambini, Carlos. Resistencia a la compresión de un mortero cemento - arena adicionado 10% y 20% de mucilago de nopal. Tesis (Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería. 2018. 61 pp.

- ✓ CARDOZO Vargas, Emerson. Sistema laminado en guadua prensada para muros construidos en tapia pisada. Tesis (Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas). Bogotá: Universidad La Gran Colombia, Facultad de Arquitectura. 2017. 73 pp.

- ✓ CHÁVEZ Pareja, Willhome y QUISPE Tarayaza, José. Evaluación del comportamiento físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la ciudad del Cusco, 2018. Tesis (Ingeniero civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil. 2019. 133 pp.

- ✓ DÍAZ Ramírez, Carlos y PUYEN Lamas, Victor. Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro. Tesis (Ingeniero civil y Ambiental). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería. 2019. 276 pp.

- ✓ DO PRADO, Rodrigo y MELO, Pedro. Descripción del uso de la tapia pisada con tierra estabilizada en Australia [en línea]. Mayo-junio, 2019. [Fecha de consulta: 03 de enero del 2021. Disponible en <http://csifesvr.uan.edu.co/index.php/nodo/article/viewFile/652/616319>

- ✓ GOMEZ Cuadrado, Erika y GUZMAN Chialial, Marcela. Comparación entre las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con viruta de

- plástico PET y los bloques tradicionales de acuerdo a la norma NTE INEN 3066. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2019. 116 pp.
- ✓ HOLGUINO Huarza, A., OLIVERA Marocho, L., y ESCOBAR Copa, K. U. (julio-setiembre,2018). Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú. Revista de Investigaciones Altoandinas, 20(3), 289-300. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n3/a03v20n3.pdf>
 - ✓ MANTILLA, Jhon. Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 2018.
 - ✓ MERCEDES, Luis. Análisis del comportamiento frente acciones cíclicas de muros de mampostería reforzados con materiales compuestos de matriz inorgánica y tejidos de fibras vegetales. Tesis (Doctorado). Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña. 2019. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/170439/TLEMC1de1.pdf>
 - ✓ MILLA, Dario. Resistencia a la compresión de una unidad de adobe empleando una prensa manual y sustituyendo el 10%, 20% y 30%, por relave minero de Ticapampa, en la provincia de Huaraz-2017. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad San Pedro. 2018. Disponible en http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5436/Tesis_57537.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 - ✓ MORA, D. E. V. y CARRIÓN, E. R. L. (abril-junio,2017). Ensayos preliminares de mezcla suelo-cemento, mejoran la estabilización de adobes

para la construcción rural. *Bosques Latitud Cero*, 7(1). Recuperado de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/download/176/172>

- ✓ MOSCOSO, M. S. (agosto,2010). El Adobe, Sus Características Y El Confort Térmico. Congr. Int. online Filos. la Sustentabilidad Vivienda Tradic. "Transformando comunidades hacia el Desarrollo local, 71-75. Disponible en <https://www.eumed.net/libros-gratis/actas/2016/filosofia/El-adobe-Moscoso.pdf>

- ✓ OLAZABAL Bairo, Katerine y GUEVARA Vera, Dharyl. Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado con cemento y mucílago de gigantón fabricado según la norma E-080, comparado con el adobe tradicional del distrito de San Jerónimo de la región Cusco. Tesis (Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2019. 378 pp.

- ✓ OROZCO, Samy. Caracterización de arenas pumíticas del área metropolitana de Guadalajara para su uso en muros de tierra compactada. Tesis (Maestro en Proyectos y Edificaciones Sustentables). Guadalajara: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. 2015.

- ✓ PAUCAR, A. Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica. Tesis (Doctoral). Cuenca: Universidad de Cuenca. 2018.

- ✓ PEÑARANDA Quito, Anyelly. Resistencia a compresión y absorción del adobe compactado con sustitución del agua por goma de tuna en porcentajes del 5%, 10% y 15%, Huaraz-Ancash. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería. 2018. 91 pp.

- ✓ PERALTA, Gonzalo. Resistencia a flexión de muros de adobe reforzados con geomallas-influencia del tipo de tarrajeo. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2011.

- ✓ QUINTANA, Diana, CHACÓN, Victor y VERA, Mithdwar. Evaluación de la Erosión y la Resistencia a Compresión de Adobes con Sustitución Parcial y Total de Agua en Peso por Mucílago de Tuna en Porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. Tesis (Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco. 2017.

- ✓ RAMÍREZ, José. Estudio de las propiedades mecánicas y físicas del adobe con biopolímeros de fuentes locales. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). San Miguel: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2016.

- ✓ RAMOS, L., PASCUAL, F., Cossío, F. y GÓMEZ, D. (mayo-junio, 2001). Rendimiento y coste energético en la construcción de cerramientos de fábrica de adobe y bloque de tierra comprimida. *Informes de la Construcción*, 53(473), 27-37. Disponible en <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/download/669/751>

- ✓ ROJAS, Javier y VIDAL, Ricardo. Comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2014.

- ✓ ROTONDARO, R., y CACOPARDO, F. (2019). Métodos participativos y construcción con tierra en barrios urbanos pobres de Argentina. *Revista nodo*, 14(27), 38-52. Disponible en <http://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/download/783/616317>

- ✓ SANDOVAL, Juan. Estudio Experimental y Modelación del Comportamiento de Estructuras en Adobe. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad de los Andes. 2018.

- ✓ SIAVICHAY, D. y NARVÁEZ, J. Adobe en la construcción. Propuesta de mejoramiento de las características técnicas del adobe para la aplicación en viviendas unifamiliares emplazadas en el área periurbana de la ciudad de Cuenca. Tesis (Título de Arquitecto). Cuenca: Universidad de Cuenca. 2015.

- ✓ VALVERDE, I., FUENTES, R., VALVERDE, I., MARTÍN, M., y SANTOS, J. (abril-junio, 2014). El recalce con micropilotes para la conservación de un muro de tierra compactada realizado con la técnica del tapial. Disponible en https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/32908/ValverdePalacios_TecnicaTapial.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ✓ VARGAS Lorena, ARROYO Gabriela, HERRERA Carlos, PÉREZ Antonio, GARCÍA María y RODRIGUEZ Nuñez. Propiedades físicas del Mucílago de Nopal. Revista Acta Universitaria [en línea]. Junio-octubre, 2015. Disponible en <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/839>. ISSN: 0188-6266

- ✓ VASQUEZ, Alejandro, BOTERO, Luis y CARBAJAL, Arango. Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional. Revista de Ingeniería y Ciencia [en línea] (enero-junio 2015). [Fecha de consulta: 26 de enero de 2020] Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/835/83533766010.pdf> ISSN:1794-9165

- ✓ VAZQUEZ, Marcelo, GUZMAN, Daniel y IÑIGUEZ, Jorge. Comparación entre propiedades físicas y mecánicas de adobes tradicionales y BTC estabilizados químicamente. Revista Pro Terra-15° SIACOT-ECUADOR [en línea] Noviembre 2015. [Fecha de Consulta: 30 de febrero 2020]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6085965>. ISSN: 978-9978

- ✓ VIDAL, Gissela. Diseño de una vivienda térmica, en la zona rural El Pinar-Huaraz-Ancash-2018. Tesis (Arquitecto). Huaraz: Universidad San Pedro. 2019.

- ✓ VILCAS Painado, Cesar. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de tierra comprimida con adición de mucílago de nopal en la ciudad de Huancayo, año 2019. Tesis (Ingeniero Civil). Huancayo. Universidad Continental, Facultad de Ingeniería. 2020. 88 pp.

- ✓ VILLEGAS, Wimer. y ESQUIVEL, David. Evaluación del comportamiento ante cargas laterales cíclicas de muros de adobe no reforzados y muros reforzados con sogas de tereftalato de polietileno reciclado. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 2019.

- ✓ VILLÓN, Flavia y CASTILLO, Diego. Comportamiento sísmico de muros construidos con bloques de tierra prensada. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2014.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera la incorporación del Mucílago de Nopal afectará en las características físico-mecánicas de un adobe prensado en el distrito de Chacas-Ancash-2020?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Analizar si la incorporación del mucílago de nopal mejorará las propiedades físico-mecánicas del adobe prensado fabricado.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La incorporación del mucílago de nopal influye en la mejora de las propiedades físicas-mecánicas del adobe prensado fabricado.</p>	<p>VARIABLE (X)i: INCORPORACIÓN DEL MUCÍLAGO DE NOPAL</p>	<p>PORCENTAJE (%)</p> <ol style="list-style-type: none"> Sustitución del 5% del agua por el mucílago de nopal. Sustitución del 10% del agua por el mucílago de nopal. Sustitución del 30% del agua por el mucílago de nopal. Sustitución del 55% del agua por el mucílago de nopal. 	<p>Guías de Observación de Laboratorios</p>	<p>Tipo de estudios: Aplicada</p> <p>Diseño de investigación: No Experimental</p> <p>Método de investigación: Científico</p> <p>Población: La población del presente trabajo de investigación estará conformada por 152 adobes prensados cuyas medidas será de 25 x 12.5 x 7.5 cm</p> <p>Muestra: Los ensayos de laboratorio serán 6 muestras por cada análisis ya sea el de compresión, erosión acelerada de Swin y absorción, así como 10 muestras en variación dimensional y succión sin y con la incorporación del mucílago de nopal.</p>
<p>Problema Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿De qué manera el mucílago de nopal mejorará las características Físicas del adobe prensado? ¿De qué manera e el mucílago de nopal mejorará las características mecánicas del adobe prensado? ¿De qué manera el mucílago de nopal disminuirá la permeabilidad del adobe prensado? 	<p>Objetivos Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar si el mucílago de nopal mejorará las características Físicas del adobe prensado Determinar si el mucílago de nopal mejorará las características mecánicas del adobe prensado Determinar si el mucílago de nopal disminuirá la permeabilidad del adobe prensado. 	<p>Hipótesis Específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> El mucílago de nopal mejora las características Físicas del adobe prensado El mucílago de nopal mejora las características mecánicas del adobe prensado El mucílago de nopal disminuye la permeabilidad del adobe prensado. 	<p>VARIABLE (Y1) d: EFFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ADOBE PRENSADO</p>	<ol style="list-style-type: none"> ABSORCIÓN VARIACIÓN DIMENSIONAL SUCCIÓN DE AGUA 	<ul style="list-style-type: none"> Norma E-070 NTP 399.613 Formato de ensayo Especializados Hoja de Cálculo Guía de Observación de Laboratorio 	
			<p>VARIABLE (Y2) d: EFFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL ADOBE PRENSADO</p>	<ol style="list-style-type: none"> RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. EROSIÓN ACELERADA DE SWIN BURNE 	<ul style="list-style-type: none"> Norma E-0.80 NTP 313.2020 Formato de ensayo especializado Hoja de Cálculo Guía de Observación de laboratorio. 	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 2. Matriz de Operacionalización de las Variables Dependientes

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE PRENSADO	Las Propiedades Mecánicas del adobe prensado se definen conceptualmente como aquellos cambios cuantificables que manifiestan y experimentan los adobes prensados frente a la aplicación de fuerzas externas, estas modificaciones pueden ser calculadas en ensayos especializados como el de la resistencia al corte, presión lateral del suelo, consolidación, capacidad de carga, compresión, tracción, flexión. (Materiales, 2017, p. 1).	se recopiló información de diferentes fuentes bibliográficas relacionados al tema en estudio y la variable analizada, los resultados de los indicadores propuestos como la resistencia a la compresión y la prueba de Erosión acelerada de Swinburne (SAET) obtenidas de estas tesis y artículos científicos fueron interpolados con la finalidad de llegar a lo planteado por el presente trabajo investigativo, estos resultados extraídos por racionalización siguieron lineamientos normativos nacionales e internacionales.	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RAZÓN
				EROSIÓN ACELERADA DE SWIN BURNE	RAZÓN
PROPIEDADES FÍSICAS DEL ADOBE PRENSADO	Las propiedades físicas del adobe prensado se definen conceptualmente como aquellas características y particularidades que poseen los diferentes tipos de materiales como los adobes prensados, estos rasgos son visibles, medibles y pueden cambiar sin llegar a alterar su composición y estructura, dentro de las principales propiedades físicas existentes están la estructura del suelo, la saturación, la textura, la consistencia, la variación dimensional, el alabeo, la succión (Materiales, 2017, p. 1)	Se realizó la recopilación de información de diferentes fuentes bibliográficas las cuales presentaban una estrecha relación con el tema propuesto, los resultados de los indicadores como la variación dimensional, la succión y la absorción fueron extraídos de los estudios involucrados en esta investigación con la finalidad de interpolar y racionalizar la información y así dar con lo propuesto en la presente investigación, este análisis se realizó siguiendo lineamientos de normas nacionales e internacionales como el de la Norma E.080 - Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, Norma E.070 - Albañilería, UNE 41410:2008: Lineamientos de muros y tabiques, NTP 399.613.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	ABSORCIÓN	RAZÓN
				VARIACIÓN DIMENSIONAL	RAZÓN
				SUCCIÓN DE AGUA	RAZÓN

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3. Matriz de Operacionalización de las Variables Independientes

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p style="text-align: center;">INCORPORACIÓN DEL MUCÍLAGO DE NOPAL</p>	<p>La incorporación del mucílago de nopal se define conceptualmente como la acción de agregar una sustancia natural vegetal viscosa, que se coagula en contacto con el alcohol, esta sustancia de origen vegetal es conocida como una solución acuosa espesa de una goma o dextrina que se utiliza para suspender sustancias con características insolubles las cuales aumentan la viscosidad del material o sustancia al cual se le añade. Se encuentran en innumerables fuentes vegetales y protozoarias como las algas, semillas de lino (linaza), semillas de chí, en raíces de malva, membrillo, liquen, nopal, en ciertos hongos, etc. Esta sustancia procede de las degradaciones de la celulosa, calosa, lignina y de las materias pécticas (Biología de plantas, 2014 p. 35)</p>	<p>se analizó e interpoló los resultados de las diferentes fuentes bibliográficas en cuanto a los porcentajes de mucílago de nopal incorporados en cada uno de estos trabajos de investigación, todo esto se realizó con la finalidad de potenciar las propiedades mecánicas y físicas de los adobes prensados, los resultados obtenidos para determinar la resistencia a la compresión, medir la erosión, la variación dimensional, la succión y la absorción fueron siguiendo lineamientos de normativa nacional e internacional como la Norma E.080 - Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, Norma E.070 - Albañilería, UNE 41410:2008: Lineamientos de muros y tabiques, NTP 399.613, NTP 313.2020.</p>	<p style="text-align: center;">PORCENTAJE DE MUCÍLAGO DE NOPAL</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sustitución del 5% del agua por el mucílago de nopal. 2. Sustitución del 10% del agua por el mucílago de nopal. 3. Sustitución del 30% del agua por el mucílago de nopal. 4. Sustitución del 55% del agua por el mucílago de nopal. 	<p style="text-align: center;">RAZÓN</p>

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 4. Resumen de Coincidencias extraídas por el software Turnitin

feedback studio FREDD JOHAN CASTROMONTE ALVARO DPI_CASTROMONTE_ALVARO_FREDD_JOHAN_2021-TURNITIN-FINAL.docx

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Incorporación del Mucilago de Nopal y su Efecto en las Características Físicas-Mecánicas del Adobe Prensado en Chacas-Ancash-2020"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Castromonte Alvaro, Fredd Johan
<https://orcid.org/0000-0002-6250-4509>

ASESOR:
Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique
<https://orcid.org/0000-0002-0684-5114>

LINEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2021

Resumen de coincidencias ✕

14 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.uandina.ed... Fuente de Internet	2 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %	>
3	repositorio.continental... Fuente de Internet	1 %	>
4	1library.co Fuente de Internet	1 %	>
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
6	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
8	dialnet.unirioja.es Fuente de Internet	<1 %	>

Fuente: Programa Turnitin

ANEXO 5. Ensayo Análisis Granulométrico de la Universidad Continental



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE MUCÍLAGO DE NOPAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, AÑO 2019

Responsable: Bach. Cesar Vladimir Vilcas Painado	Ensayo N° 01
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto de la Universidad Continental	Fecha: 13/02/20

FICHA TÉCNICA DE ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Peso inicial:

Mallas estándar		PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
Pulg.	Ø mm	0	0%	0%	100%
1"	25.40	0	0%	0%	100%
1/2"	12.70	0	0%	0%	100%
3/8"	9.53	0	0%	0%	100%
1/4"	6.35	3.20	0.16%	0.16%	99.84%
#4	4.76	17.30	0.87%	1.03%	98.98%
#8	2.38	50.70	2.54%	3.56%	96.44%
#10	2.00	419.34	20.97%	24.53%	75.47%
#16	1.19	266.51	13.33%	37.85%	62.15%
#20	0.84	201.31	10.07%	47.92%	52.08%
#30	0.59	153.89	7.69%	55.61%	44.39%
#40	0.43	164.20	8.21%	63.82%	36.18%
#50	0.30	123.68	6.18%	70.01%	29.99%
#60	0.25	150.49	7.52%	77.53%	22.47%
#80	0.18	86.91	4.35%	81.88%	18.12%
#100	0.15	89.11	4.46%	86.33%	13.67%
#200	0.07	171.57	9.32%	95.65%	4.35%
FONDO	-	101.79	4.35%	100.00%	0%
PESO TOTAL		2000.00			

Bach. Ing. Civil, Lucla Lara Dávila
Técnico de Laboratorio de Pavimentos, Suelos y Concreto,
Universidad Continental.

ANEXO 6. Ensayo de Variación Dimencional de la Universidad Continental



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE MUCÍLAGO DE NOPAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, AÑO 2019

Responsable: Bach. Cesar Vladimir Vilcas Painado	Ensayo N° 04
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto de la Universidad Continental	Fecha: 21/02/20

FICHA TÉCNICA DE ENSAYO
 VARIACIÓN DIMENSIONAL

Basado en la Norma NTP 399.613 y 399.604

		BTC CON 0% DE MUCÍLAGO DE NOPAL				Promedio (mm)	Nominal (mm)
		Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4		
1	Largo	251.24	251.25	251.25	251.24	251.25	250
	Ancho	126.65	126.64	126.63	126.65	126.64	125
2	Altura	74.87	74.88	74.87	74.87	74.87	75
	Largo	251.72	251.71	251.72	251.73	251.72	250
3	Ancho	126.98	126.98	126.97	126.99	126.98	125
	Altura	75.24	75.25	75.24	75.25	75.25	75
4	Largo	251.16	251.18	251.15	251.16	251.16	250
	Ancho	125.92	125.92	125.93	129.92	126.92	125
5	Altura	75.12	75.13	75.12	75.13	75.13	75
	Largo	251.64	251.64	251.62	251.62	251.63	250
6	Ancho	126.12	126.12	126.13	126.11	126.12	125
	Altura	76.78	76.78	76.78	76.79	76.78	75
7	Largo	251.9	251.91	251.91	251.92	251.91	250
	Ancho	126.78	126.77	126.77	126.76	126.77	125
8	Altura	77.13	77.12	77.13	77.11	77.12	75
	Largo	251.32	251.33	251.34	251.32	251.33	250
9	Ancho	127.21	127.2	127.21	127.19	127.20	125
	Altura	76.47	76.47	76.46	76.47	76.47	75
10	Largo	251.61	251.62	251.63	251.6	251.62	250
	Ancho	126.55	126.56	126.56	126.56	126.56	125
11	Altura	76.04	76.05	76.03	76.04	76.04	75
	Largo	251.54	251.53	251.53	251.53	251.53	250
12	Ancho	126.44	126.44	126.44	126.44	126.44	125
	Altura	75.89	75.87	75.88	75.88	75.88	75
13	Largo	251.24	251.24	251.23	251.23	251.24	250
	Ancho	127.29	127.29	127.28	127.29	127.29	125
14	Altura	76.76	76.75	76.74	76.76	76.75	75
	Largo	251.78	251.76	251.77	251.76	251.77	250
15	Ancho	126.32	126.34	126.33	126.32	126.33	125
	Altura	76.91	76.91	76.92	76.91	76.91	75

Bach. Ing. Civil. Lucía Lara Dávila
 Técnico de Laboratorio de Pavimentos, Suelos y Concreto,
 Universidad Continental.

ANEXO 7. Ensayo Absorción de la Universidad Continental



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE MUCÍLAGO DE NOPAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, AÑO 2019

Responsable: Bach. Cesar Vladimir Vilcas Painado	Ensayo N° 06
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto de la Universidad Continental	Fecha: 28/02/20

FICHA TÉCNICA DE ENSAYO

ABSORCIÓN

Basado en la Norma NTP 399.613 y 399.604

	MUESTRA	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	%ABSORCIÓN
BTC CON 0% MUCÍLAGO DE NOPAL	1	3381.75	3876.92	14.64
	2	3558.2	3956.29	11.19
	3	3501.98	3936.12	9.91
	4	3389.47	3965.31	16.99
	5	3303.77	3839.85	13.48
			PROMEDIO	13.24
BTC CON 20% MUCÍLAGO DE NOPAL	1	3317.81	3847.92	15.98
	2	3291.44	3899.74	18.19
	3	3447.98	4018.89	16.56
	4	3222.8	3859.47	19.76
	5	3173.22	3815.91	20.25
			PROMEDIO	18.13
BTC CON 40% MUCÍLAGO DE NOPAL	1	3487.63	3855.19	10.54
	2	3364.4	3931.79	16.86
	3	3322.89	3855.89	16.04
	4	3351.74	3818.81	13.70
	5	3394.49	3858.32	13.66
			PROMEDIO	14.16
BTC CON 60% MUCÍLAGO DE NOPAL	1	3621.24	4004.88	10.59
	2	3485.86	3919.84	12.43
	3	3769.45	4085.49	8.38
	4	3520.5	3934.42	11.76
	5	3561.57	3981.86	9.53
			PROMEDIO	10.54

Bach. Ing. Civil, Lucia Lara Dávila
 Técnico de Laboratorio de Pavimentos, Suelos y Concreto,
 Universidad Continental.

ANEXO 8. Ensayo de Compresión de la Universidad Continental



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE MUCÍLAGO DE NOPAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, AÑO 2019

Responsable: Bach. Cesar Vladimir Vilcas Painado	Ensayo N°07
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto de la Universidad Continental	Fecha: 06/03/20

FICHA TÉCNICA DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES

Basado en la NTP 399.604

BTC CON 0% DE MUCÍLAGO DE NOPAL					
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA BRUTA (cm ²)	FUERZA (Kg-f)	f _b (Kg-f/cm ²)
1	25.18	12.73	320.54	7710	24.05
2	25.13	12.60	316.64	8340	26.34
3	25.12	12.65	317.77	7350	23.13
4	25.11	12.65	317.64	8020	25.25
5	25.10	12.61	316.51	7524	23.77
PROMEDIO					23.91
δ					1.28
f _b (Kg-f/cm ²)					22.63

Bach. Ing. Civil, Lucía Lara Devila
 Técnico de Laboratorio de Pavimentos, Suelos y Concreto,
 Universidad Continental.

ANEXO 9. Ensayo de Erosión Acelerada de la Universidad Andina del Cusco

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Hacia del buen servicio al ciudadano"</i>		Lab. N° <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 24px; font-weight: bold;">8</div>
Hoja de Resultado		Hoja de Resultado	

Lugar: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil.

Fecha: 3 de mayo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET)
Norma Española UNE 41410

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

% MUCÍLAGO DE TUNA	Largo	Tiempo (min)	Oquedad (mm)		Maxima Oquedad (mm)		PROM. (mm)	CUMPLE
			mm	mm	mm	mm		
0%	a)	10	min	33	mm	10	27	NO CUMPLE
	b)	10	min	26	mm	10		NO CUMPLE
	c)	10	min	25	mm	10		NO CUMPLE
	d)	10	min	27	mm	10		NO CUMPLE
	e)	10	min	21	mm	10		NO CUMPLE
	f)	10	min	22	mm	10		NO CUMPLE
	g)	10	min	32	mm	10		NO CUMPLE
	h)	10	min	25	mm	10		NO CUMPLE
	i)	10	min	27	mm	10		NO CUMPLE
	j)	10	min	32	mm	10		NO CUMPLE
25%	a)	10	min	23	mm	10	19.7	NO CUMPLE
	b)	10	min	13	mm	10		NO CUMPLE
	c)	10	min	21	mm	10		NO CUMPLE
	d)	10	min	18	mm	10		NO CUMPLE
	e)	10	min	22	mm	10		NO CUMPLE
	f)	10	min	25	mm	10		NO CUMPLE
	g)	10	min	13	mm	10		NO CUMPLE
	h)	10	min	23	mm	10		NO CUMPLE
	i)	10	min	18	mm	10		NO CUMPLE
	j)	10	min	21	mm	10		NO CUMPLE
50%	a)	10	min	8	mm	10	10.2	CUMPLE
	b)	10	min	12	mm	10		NO CUMPLE
	c)	10	min	10	mm	10		CUMPLE
	d)	10	min	9	mm	10		CUMPLE
	e)	10	min	12	mm	10		NO CUMPLE

Fuente: Universidad Andina del Cusco

**ANEXO 10. Ensayo de Erosión Acelerada de la Universidad
Andina del Cusco**

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Aos del buen servicio al ciudadano"</i></p>		<p>Lab. N° 8</p> <p><small>Hoja de Resultado Hoja de Resultado</small></p>
---	--	--	--

Lugar: Laboratorio de Mecanica de Suelos de la Carrera Profesional de Ingenieria Civil.

Fecha: 3 de mayo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch., Bach. Octavio Vera S.

**Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET)
Norma Española UNE 41410**

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

% MUCÍLAGO DE TUNA	Largo	Tiempo (min)		Oquedad (mm)		Maxima Oquedad (mm)		PROM. (mm)	CUMPLE
50%	f)	10	min	10	mm	10	mm	6.5	CUMPLE
	g)	10	min	8	mm	10	mm		CUMPLE
	h)	10	min	12	mm	10	mm		NO CUMPLE
	i)	10	min	10	mm	10	mm		CUMPLE
	j)	10	min	11	mm	10	mm		NO CUMPLE
75%	a)	10	min	8	mm	10	mm	6.5	CUMPLE
	b)	10	min	5	mm	10	mm		CUMPLE
	c)	10	min	7	mm	10	mm		CUMPLE
	d)	10	min	8	mm	10	mm		CUMPLE
	e)	10	min	6	mm	10	mm		CUMPLE
	f)	10	min	5	mm	10	mm		CUMPLE
	g)	10	min	7	mm	10	mm		CUMPLE
	h)	10	min	6	mm	10	mm		CUMPLE
	i)	10	min	5	mm	10	mm		CUMPLE
	j)	10	min	8	mm	10	mm		CUMPLE
100%	a)	10	min	4	mm	10	mm	3	CUMPLE
	b)	10	min	3	mm	10	mm		CUMPLE
	c)	10	min	3	mm	10	mm		CUMPLE
	d)	10	min	2	mm	10	mm		CUMPLE
	e)	10	min	4	mm	10	mm		CUMPLE
	f)	10	min	3	mm	10	mm		CUMPLE
	g)	10	min	3	mm	10	mm		CUMPLE
	h)	10	min	4	mm	10	mm		CUMPLE
	i)	10	min	2	mm	10	mm		CUMPLE
	j)	10	min	2	mm	10	mm		CUMPLE

Fuente: Universidad Andina del Cusco

ANEXO 11. Ensayo de Succión de la Universidad Andina del Cusco

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i>		Lab. N° <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 24px; font-weight: bold;">7</div> <small>Foja de Resultados:</small>
---	---	--	--

Lugar: Laboratorio de Mecanica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Fecha: 3 de mayo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

Ensayo de Succión del Adobe
Norma NTP 399.613

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

% MUCÍLAGO DE TUNA	#	Dimensiones		Area Superficie (cm ²)	Peso inicial (gr)	Peso Seco (gr)	Peso con agua (gr)	Peso agua succionada (gr)	Succion (gr/min/200c m ²)	Succion Promedio (gr/min/200c m ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)							
0%	1	24.95	12.90	321.86	5133.60	5109.80	-	0.00	0.00	NO PUDO EVALUARSE
	2	24.89	12.56	312.43	5265.70	5237.50	-	0.00	0.00	
	3	24.86	12.90	320.73	5176.30	5136.70	-	0.00	0.00	
	4	24.88	12.66	314.86	5146.10	5106.80	-	0.00	0.00	
	5	24.91	12.71	316.70	5151.60	5108.40	-	0.00	0.00	
25%	1	24.88	12.99	323.06	5127.60	5103.90	5104.10	0.20	0.12	NO PUDO EVALUARSE
	2	24.86	12.80	318.24	5257.80	5233.50	5217.60	-15.90	-9.99	
	3	24.80	12.97	321.59	4989.40	4965.50	4956.20	-9.30	-5.78	
	4	24.94	12.58	313.62	4991.40	4965.80	4965.10	-0.70	-0.45	
	5	24.78	12.99	321.70	5098.50	5070.20	5047.10	-23.10	-14.36	
50%	1	24.62	13.23	325.63	5031.80	5009.80	5078.50	68.70	42.19	41.48
	2	25.30	12.93	327.19	5075.60	5048.40	5118.20	69.80	42.67	
	3	24.74	12.63	312.31	5017.90	5000.10	5063.40	63.30	40.54	
	4	24.73	12.83	317.10	4901.60	4879.90	4945.30	65.40	41.25	
	5	24.98	12.94	323.21	4857.70	4822.50	4888.40	65.90	40.78	
75%	1	24.99	12.91	322.65	4981.40	4969.30	5014.50	45.20	28.02	30.19
	2	25.36	13.01	329.84	4971.90	4959.10	5010.70	51.60	31.29	
	3	25.19	13.00	327.50	5063.60	5052.90	5101.40	48.50	29.62	
	4	25.43	13.33	338.95	5003.70	4991.70	5048.50	56.80	33.52	
	5	24.92	12.78	318.38	4911.10	4896.50	4941.90	45.40	28.52	
100%	1	24.87	13.20	328.19	4818.50	4812.20	4829.60	17.40	10.60	10.67
	2	25.27	13.21	333.78	4803.60	4797.40	4814.50	17.10	10.25	
	3	24.68	12.84	316.95	4815.90	4808.90	4828.60	19.70	12.43	
	4	25.03	13.64	341.31	4736.80	4727.40	4744.60	17.20	10.08	
	5	24.73	12.78	315.86	4912.50	4904.40	4920.20	15.80	10.00	

Fuente: Universidad Andina del Cusco