



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño de adobe estabilizado con mucilago, para uso de muros en
viviendas de las comunidades del distrito de Huari – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Montalvo Pajuelo, Homero Javier (orcid.org/0000-0003-1052-2702)

ASESOR:

Mg. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (orcid.org/0000-0001-5207-4421)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ — PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir con éxito mi carrera profesional, a mi padre Francisco Javier Montalvo Brito que, aunque no esté físicamente conmigo, sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien, gracias papá por las lecciones aprendidas; a mi madre Leonidas Juana Pajuelo Melgarejo por brindarme su apoyo incondicional y confianza. A mis hermanas quienes han contribuido de una u otra manera para el logro de mis objetivos y por estar siempre presentes.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme el don de la perseverancia para alcanzar mis metas.

A mis padres, porque gracias a su cariño, guía y apoyo he logrado realizar uno de mis anhelos más grandes, y por lo cual les viviré eternamente agradecido. Con cariño y respeto.

A mi familia porque a pesar de la distancia, siempre sentí su mano protectora y su voz de aliento y respaldo.

A la universidad que me abrió sus puertas para ser una persona de bien y un excelente profesional.

A los docentes por brindarnos conocimientos y enseñarnos que no hay límites, pues todo aquello depende de nosotros.

A mi asesor el MG. MEDINA CARBAJAL, Lucio Sigifredo por su apoyo, paciencia y por compartir sus conocimientos, sugerencias y experiencias para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos	14
3.6. Métodos de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de densidad.....	21
Tabla 2. Análisis granulométrico.....	24
Tabla 3. Densidad de mucilago de penca de tuna.	25
Tabla 4. Viscosidad del mucilago de penca de tuna.	25
Tabla 5. Dosificación de materiales para la elaboración de adobe.....	26
Tabla 6. Obtención de porcentaje de contenido de humedad	26
Tabla 7. Índice de plasticidad.....	27
Tabla 8. Análisis granulométrico.....	27
Tabla 9. Ensayo de absorción del adobe	28
Tabla 10. Ensayo cantidad de fisuras.....	29
Tabla 11. Ensayo de resistencia a la compresión en cubos	30
Tabla 12. Resistencia a la compresión en murete de pila.....	31
Tabla 13. Prueba de normalidad H1	33
Tabla 14. Prueba de homogeneidad de varianzas	33
Tabla 15. Nivel de significancia H1	34
Tabla 16. Prueba de normalidad H2	34
Tabla 17. Prueba de homogeneidad de varianzas	35
Tabla 18. Nivel de significancia H2	35
Tabla 19. Prueba de normalidad H3	36
Tabla 20. Prueba de homogeneidad de varianzas	36
Tabla 21. Nivel de significancia H2	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Mapa político del Perú y el departamento de Ancash	17
Figura 2. Exploración y selección de material	18
Figura 3. Prueba de barro extracto de arcilla.....	19
Figura 4. Prueba de presencia de arcilla	19
Figura 5. Extracción de mucilago penca de tuna.....	20
Figura 6. Licuado de la extracción de penca de tuna	20
Figura 7. Densidad del mucilago de penca de tuna.....	21
Figura 8. Dimensiones del adobe de acuerdos a las normas E.080.....	22
Figura 9. Elaboración de la mezcla	22
Figura 10. Elaboración del adobe.....	23
Figura 11. Secado y protección del adobe	23
Figura 12. Ensayo de viscosidad.....	25
Figura 13. Obtención del límite de atterberg.....	27
Figura 14. Resumen del porcentaje de absorción	28
Figura 15. Cuantificación de fisuras	29
Figura 16. Resistencia a la compresión del adobe	30
Figura 17. Resistencia a la compresión en murete de pila.	31
Figura 18. Compresión de pilas de adobe.....	31

RESUMEN

En la presente investigación tuvo como finalidad de estudio determinar la influencia de la incorporación de mucílago de penca de tuna en el comportamiento físico y mecánico del adobe estabilizado. Asimismo, la investigación fue de tipo aplicada, ya que se respondió y explicó las hipótesis, nivel de investigación cuasi experimental. La población se determinó por 50 bloques de adobe, con 6 unidades evaluadas en cada porcentaje determinado. Posteriormente los ensayos fueron llevados al laboratorio para conocer las hipótesis planteadas, ya que al adicionar el mucílago penca de tuna la resistencia a compresión en cubos, pilas y el porcentaje de absorción y succión, los resultados mejoran de manera significativa. La resistencia a compresión en cubos son los siguientes: patrón 13.22 Kg/cm², -3%, 17.07 Kg/cm² - 9% y 19.20 Kg/cm² – 12% con adición de mucílago de penca de tuna, resistencia compresión en pilas, patrón 4.67 Kg/cm² - 3%; 6.54Kg/cm² – 9%; 8.45 kg/cm² – 12%, con adición de mucílago penca de tuna, porcentajes de absorción: patrón 18.31%, 14.24% y 12.56%, con adición de mucílago de penca de tuna, y en succión se obtuvo: patrón 19.97 g/min/200cm², 50% 18.92 g/min/200cm², y 100% 12.59 g/min/200cm², con adición de mucílago de huaraco.

Palabra clave: Mucílago penca de tuna, propiedades físicas y mecánicas, ensayo de absorción y succión, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

In the present investigation, the purpose of the study was to determine the influence of the incorporation of prickly pear stalk mucilage on the physical and mechanical behavior of stabilized adobe. Likewise, the research was of an applied type, since the hypotheses were answered and explained, a quasi-experimental level of research. The population was determined by 50 adobe blocks, with 6 units evaluated in each determined percentage. Subsequently, the tests were taken to the laboratory to determine the proposed hypotheses, since by adding the prickly pear mucilage the compressive strength in cubes, piles and the percentage of absorption and suction, the results improve significantly. The compressive strength in cubes are the following: pattern 13.22 Kg/cm² -3%, 17.07 Kg/cm² - 9% and 19.20 Kg/cm² - 12% with addition of prickly pear stalk mucilage, compression resistance in piles, pattern 4.67 Kg/cm² - 3%; 6.54Kg/cm² – 9%; 8.45 kg/cm² - 12%, with addition of prickly pear mucilage, absorption percentages: standard 18.31%, 14.24% and 12.56%, with addition of prickly pear mucilage, and in suction was obtained: pattern 19.97 g/min /200cm², 50% 18.92 g/min/200cm², and 100% 12.59 g/min/200cm², with the addition of huaraco mucilage.

Keywords: Prickly pear mucilage, physical and mechanical properties, absorption and suction test, compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el adobe es una masa de barro que se utiliza desde la antigüedad para edificaciones en domicilios rusticas, habiendo más de 10 mil años de historia. Según, Hassan (2015) Considerado uno de los primeros arquitectos egipcios en trabajar con adobe, utilizó métodos de diseño antiguos para que los residentes construyeran casas en una de las ciudades más antiguas de Anatolia. La construcción de adobe se ha utilizado durante siglos en todo el mundo, como se puede ver en los restos arqueológicos de adobe en Perú. Se escogió este material por las buenas propiedades del adobe como material insonorizante y su buen estado como aislante térmico, siendo su composición generalmente tierra, arcilla, fibras vegetales, que se encuentran en abundancia además de su compleja composición.

Por lo tanto, el elemento tiene una resistencia limitada a factores externos como la lluvia, el viento y los terremotos (principalmente precipitaciones), ya que el contacto con el agua y la humedad reduce su rigidez y resistencia, provocando su disolución. Según, Rodríguez y López (2017) Afirma que en nuestro país este error es tanto más acentuado por su gran diversidad climática, que provoca lluvias periódicas en diferentes regiones, lo cual es un fenómeno natural que afecta a las zonas rurales de escasos recursos económicos, ya que es en estas regiones donde se producen las lluvias. mayoría. Una casa de adobe es un elemento económico y ecológico cuya iluminación no requiere conocimientos sofisticados.

En nuestro país aún existen muchas edificaciones construidas con adobe en la actualidad, pues la cultura Chimú es un claro referente de las edificaciones a base de este material, la cual es considerada la edificación más grande de Estados Unidos y la segunda más grande del mundo, también en nuestro país. Allá en tiempos prehispánicos, su uso de adobe continúa en la actualidad, sobre todo por su fácil disponibilidad. A su vez, gracias al adobe, nos permite construir viviendas a un menor costo, con un menor impacto en el medio ambiente, y también nos permite utilizar nuestros propios recursos locales, generalmente obtenemos la mayoría de nuestros suministros en las obras de construcción (Valera 2019).

Por lo tanto, es necesario mejorar el desempeño del adobe para que pueda resistir la intervención de factores externos, de modo de beneficiar a quienes no pueden vivir en una buena casa por falta de recursos y cuya vida es inestable. La solución propuesta a esta deficiencia fue crear un adobe impermeable cuya composición contiene mucílago de tuna, un material natural abundante en las montañas del Perú, para evitar que el exceso de agua se filtre en los equipos. Es decir, hará que el adobe sea más resistente al contacto con el agua, por lo que durará un tiempo (Sagñay 2018).

Por diversas razones, como el contacto con el agua y las lluvias en las cabeceras de los ríos, este material se vuelve quebradizo debido a los materiales que lo componen, ya que al entrar en contacto con la humedad sufren reacciones de descomposición, dando como resultado un simple mortero quebradizo. Disminuye su resistencia, provocando el derrumbe de los edificios.

El auge demográfico de la provincia de Huari ha provocado un aumento de la urbanización y la construcción, pero sin la orientación de expertos. Esto ha llevado a la municipalidad provincial de Huari a diseñar un programa de prevención y mitigación de desastres en 2015. Para cumplir con la Norma Técnica para edificios, que establece parámetros mínimos y pruebas, la municipalidad adoptó el protocolo "ADOBE". El protocolo ha sido actualizado y renombrado como "Boceto y edificación con tierra armada" mediante resolución administrativo N° 121-2017-vivienda, publicada el 5 de abril de 2017 (Gama et al., 2018).

El estudio se justifica por un enfoque teórico, al incorporar mucílago de tuna, la calidad de las unidades de adobe puede mejorar significativamente. Este aditivo orgánico refuerza la resistencia a la compresión y reduce la permeabilidad, al mismo tiempo que minimiza la probabilidad de agrietamiento durante el proceso de secado. Nuestro equipo siguió las estrictas pautas del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento para realizar pruebas en unidades de adobe cuidadosamente controladas con cantidades medidas de mucílago de tuna. Estas unidades cumplían íntegramente las normas de resistencia mínima a compresión del Reglamento Nacional de Edificación

(RNE). Para garantizar la precisión, nuestras pruebas fueron supervisadas de cerca por un consultor y realizadas en laboratorios especializados equipados para evaluar la resistencia a la compresión y la permeabilidad. También llevamos a cabo evaluaciones empíricas sobre grietas superficiales. Nuestra investigación proporciona una base sólida para futuros estudios sobre aditivos naturales para construcciones de tierra.

Referente a la justificación social, el objetivo principal de esta investigación es mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe superando la resistencia mínima a la compresión exigida por la norma E-080. Este es un paso crucial para prevenir los efectos negativos del agrietamiento y la humectación inducida por la lluvia, que tienden a acelerar el proceso de deterioro. El objetivo final es reducir la probabilidad de colapso estructural y la necesidad de mantenimiento frecuente, extendiendo así la vida útil de las residencias rurales.

El fundamento de la metodología depende de un proceso para validar las afirmaciones realizadas, lo que proporciona una base para los próximos estudios sobre los estabilizadores naturales del adobe.

Nuestro estudio examina las consecuencias de incorporar tuna al subsuelo de los adobes tradicionales en el distrito de Huari. Socialmente, la población requiere de infraestructuras construidas con adobes tradicionales para una vida de calidad y seguridad, esto hace posible construir viviendas de bajo costo y con menor impacto ambiental utilizando los recursos disponibles y locales, permitiendo que la totalidad de los materiales sea necesaria para el proceso de construcción se produzcan localmente. Según, Rodríguez (2023) en cuanto a su impacto ambiental, cabe señalar que el cultivo de la tuna ofrece numerosos beneficios. Además de su importancia social, la planta contiene altas concentraciones de minerales esenciales como potasio, calcio y magnesio, los cuales juegan un papel vital en la fortaleza de los huesos. Además, es una rica fuente de fibra dietética, que es muy beneficiosa para la salud en general. De hecho, es muy utilizado en la medicina tradicional para tratar diversas dolencias.

Por lo tanto, en la investigación se planteó como objetivo principal: Determinar la influencia de la incorporación de mucílago de penca de tuna en el comportamiento físico y mecánico del adobe estabilizado. Del mismo modo, se determinó tres objetivos específicos: Determinar la incorporación del mucílago penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12% en las propiedades físicas del adobe estabilizado; Determinar la incorporación del mucílago penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12%, en la resistencia a compresión en cubos frente al adobe; Determinar la influencia de la incorporación del mucílago penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12%, en la resistencia a la compresión axial de pilas frente al adobe convencional. Para dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación se formuló la hipótesis general: La incorporación del mucílago de penca de tuna en la elaboración del adobe artesanal influye de manera significativa en el comportamiento físico y mecánico del adobe estabilizado

II. MARCO TEÓRICO

En la presente exploración cómo antecedentes internacionales, de acuerdo con Chitacaiza y Salazar (2018) en su trabajo de investigación, tuvo como objetivo obtener la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con estiércol de vaca. La metodología fue nivel experimental para lo cual se obtuvo los resultados de laboratorio frente a la resistencia y compresión del adobe artesanal. Se realizó un estudio exhaustivo en seis muestras de población distintas, evaluando sus capacidades de resistencia a la compresión. Solo se consideraron las cuatro muestras principales y los resultados indicaron que el refuerzo con malla plástica produjo la mayor resistencia a la compresión. Este enfoque es muy eficaz para la construcción en tierra y garantiza un rendimiento sísmico superior, cumple con los estándares de seguridad para la vida de los ocupantes y evita el colapso estructural.

Así mismo, García (2018) en su investigación se planteó como objetivo principal Analizar los agregados naturales en combinación con el suelo para mejorar las propiedades de permeabilidad y mecánica del adobe. La metodología utilizada en el estudio involucró pruebas experimentales en las instituciones del sitio de estudio. Se realizaron varias pruebas, incluyendo

granulometría, límites de consistencia, contenido óptimo de humedad, resistencia mecánica, degradación por agua y absorción de agua. Los resultados mostraron que la mezcla de adobe con estiércol y resina de pino aumentó la absorción de agua en un 18,95%. Sin embargo, la resistencia a la flexión se mantuvo constante, con valores de 0,838 MPa y 0,840 MPa. Estos resultados fueron notablemente superiores a los señalados en la norma N-CMT-2-01-001 para bloques de calidad E, que tienen una tasa de absorción de agua del 24% y una resistencia a la compresión de 2 Mpa.

Referente a los antecedentes nacionales, se obtuvo a Nieto y Tello (2019) tuvo como objetivo principal Diseñar la unidad de albañilería de adobe estabilizado con mucilago de penca de tuna. La investigación se centró en examinar materiales de construcción, realizar pruebas preliminares y análisis de laboratorio. Mediante la identificación de áreas de mejora, se hizo una comparación con el adobe convencional para obtener mejores conocimientos. Los resultados revelaron un aumento del 20,65 % en la dosis, con tasas de compresión de 23,3 kg/em² y 25,2 kg/em², tasas de flexión de 17,62 kg/em² y 17,61 kg/em² y tasas de absorción de 10,99 % y 11,43 %. El material de construcción sufrió daños leves durante el proceso de inmersión, mientras que la prueba de chorro de agua indicó una profundidad de penetración de 4,89 mm y 5,31 mm.

Además, Puma (2022) en su tesis tuvo como objetivo principal Determinar la influencia del mucilago de huaraco en el comportamiento físico mecánico. La investigación empleó una metodología cuasi-experimental aplicada con un diseño experimental, dirigida a 123 albañiles. De estos, 78 fueron seleccionados como muestra de estudio. El estudio reveló que la resistencia a la compresión en cubos osciló entre 9,93 y 21,99 Kg/em², con una resistencia promedio al 50% de 17,98 Kg/em². Además, la resistencia a la compresión en pilas varió de 1.90 a 5.54 Kg/em², cuando se adicionó mucilago de huaraco. Los porcentajes de absorción fueron los siguientes: 21.54 %, 21.10 % y 19.89 % para el patrón, 50 % y 100 % respectivamente, cuando se agregó mucilago de huaraco. La tasa de succión estándar fue de

19,97 g/min/200 cm², mientras que la tasa del 50 % fue de 18,92 g/min/200 cm².

Santander (2022) en su tesis el objetivo principal fue mejorar las propiedades físico mecánicas del adobe para viviendas rurales. Para asegurar la confianza en el conocimiento teórico, se propuso un diseño experimental para la aplicación de la metodología sugerida. El resultado indicó un aumento en la resistencia a la compresión, con una resistencia promedio de 13,22 kg/cm² para una dosis de 3% y 17,07 kg/cm² para una dosis de 9%. La resistencia más excelente al mucílago de linaza fue del 12%, con un valor de propiedad de 19,20 kg/m².

Olazabal y Guevara (2019) en su tesis tuvo como objetivo principal analizar de manera comparativa e la variación en las magnitudes de las propiedades físico mecánicas del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón fabricado según la Norma E-0.80, El estudio siguió un enfoque cuantitativo, descriptivo-correlacional utilizando un diseño cuasi-experimental. La investigación se centró en la resistencia a la compresión, y los resultados mostraron que el adobe estabilizado con un contenido del 9 % tenía la mayor resistencia a la compresión. Adicionalmente, la inclusión de 7% de Mucílago Gigantón en el adobe condujo a una reducción significativa en la absorción y succión de agua en comparación con otros adobes. Finalmente, la investigación reveló que el adobe estabilizado con 9% de Mucílago Gigantón demostró una mayor resistencia a la compresión saturada.

Por ello nos propusimos establecer teóricamente las variables de investigación como son las dimensiones, componentes ventajas y desventajas que se presentan al realizar adobes para la construcción de viviendas en las comunidades de Huari.

El adobe convencional Según la Norma E.080 (2017) Para mejorar su resistencia a las fuerzas externas, los bloques de adobe a menudo se fortifican con paja u otros materiales. La composición ideal del suelo para hacer adobe es de 10 a 20 % de arcilla, de 15 a 25 % de limo y de 55 a 70 % de arena. Se deben evitar los suelos orgánicos, ya que pueden provocar grietas internas,

reducir la resistencia a la compresión y la humedad, y disminuir la cohesión cuando se mezclan con arena. Además, el protocolo de construcción en adobe estipula que las perforaciones verticales en la cara principal no deben superar el 12% del área total (Vélez, 2018).

Los componentes del adobe tradicional son la tierra, la paja, la arcilla y el agua, definidos así, según Sánchez (2010), la tierra es la materia prima para la elaboración del adobe, caracterizada por la composición de arcilla, limo y arena. Sin embargo, no todos los suelos son útiles para hacer adobe, ya que tienen propiedades recomendadas para mezclar y pueden ser no cohesivos o maleables.

Según Saroza et al., (2010) Al hacer adobe, es importante tener en cuenta los porcentajes de cada ingrediente: la arcilla debe oscilar entre el 10 y el 20 %, el limo entre el 15 y el 25 % y la arena entre el 55 y el 70 %. Sin embargo, las pruebas de campo son otro método efectivo para determinar el suelo más adecuado para su adobe.

Además, se basa en la paja ya que es una fibra vegetal que se utiliza para construir estructuras de tierra. Esta planta ayuda a mejorar la calidad de la mezcla, cambiando la textura y haciéndola más rugosa (más adherencia entre elementos) y dando mayor ligereza (Sánchez, 2010).

Las partículas de tierra se mantienen en su lugar gracias a una red de fibras que sirve como agente cohesivo, evitando el movimiento y la contracción durante el curado. Estas fibras también actúan como costuras en los edificios, permitiéndoles resistir desastres naturales y brindando una mayor flexibilidad. Además, las fibras aumentan la cohesión entre las partículas del suelo, mejorando la resistencia a las fuerzas de compresión y corte, reduciendo la vulnerabilidad al daño y brindando una mejor resistencia al agrietamiento. A medida que las fibras interactúan y se pliegan, crean una red estructural que mantiene unido el piso (Sánchez, 2010).

La durabilidad del suelo está determinada en gran medida por su contenido de arcilla, con diferentes tipos de arcilla que exhiben propiedades variables. La composición química y la disposición de las micelas en las arcillas

determinan su reactividad. La arcilla se clasifica en función de su estabilidad en el agua, con arcillas expandidas como montmorillonita, tromorillonita y saponita agrupadas. Estas arcillas son notorias por hincharse cuando entran en contacto con el agua, causando daños significativos a los edificios. La caolinita, por otro lado, es altamente estable en agua debido a sus características de adsorción. La ilita, aunque propensa a hincharse con agua, es menos susceptible que la montmorillonita. Los aditivos de arcilla natural, como el adobe, pueden aumentar la durabilidad de las paredes frente a la intemperie.

La Norma E.080 (2017) clasifica al adobe como suelo estabilizado que contiene asfalto, cemento, cal u otros materiales. Tales adiciones mejoran su capacidad de carga y estabilidad en diversas condiciones. La granulometría específica requerida para crear adobe estable puede diferir de la utilizada para adobe normal. Según la publicación de la Gerencia Regional Agraria Cultivo de Tuna (2009) el tallo de la Tuna puede crecer entre 3 a 5 metros de altura, con un tronco leñoso de 20 a 50 cm de diámetro. En Perú, las especies más comunes de higo chumbo miden alrededor de 1,5 a 2,0 metros de altura. Además, se ha establecido que las plantas de cactus prosperan en regiones que cumplen ciertos criterios.

Peca de nopal florece en regiones secas que experimentan lluvias de verano, aunque la humedad excesiva puede provocar daños por insectos. La planta de cactus se adapta a varios tipos de suelo, pero prospera mejor en suelos arenosos y sueltos con una profundidad media. Normalmente se encuentra entre 800 y 2800 metros sobre el nivel del mar, la peca de atún es indicativa del crecimiento de esta planta. El tallo o rama de cactus contiene una sustancia viscosa conocida como mucílago de tallo de cactus, que tiene una red molecular capaz de retener una cantidad significativa de agua. Esta sustancia es polivalente y puede actuar como agente gelificante, espesante y emulsionante, influyendo en consecuencia en propiedades como la viscosidad, la elasticidad, la textura y la retención de agua (Gerencia Regional Agraria, 2009).

Proceso de estabilización Según los autores Arteaga et al., (2011) existen dos formas de estabilizar el adobe, se muestra a continuación:

Para combatir el problema de la falta de unidad del suelo seco, se implementa el proceso de homogeneización. Esto implica la introducción de materiales que imiten la composición deseada, incluido el cemento, para mejorar la eficacia de la mezcla. El cemento es un componente esencial que une el limo y la arena, aumentando la resistencia de la mezcla a los esfuerzos de compresión y cizallamiento, al tiempo que minimiza la absorción de agua. Como resultado, evita que las fibras se expandan y se contraigan durante el proceso de curado, lo que reduce el riesgo de grietas. Además, la impermeabilización asegura que el material no se sobresature con el exceso de agua por capilaridad o lluvia.

Las características físicas y químicas de un material están definidas por su composición, afectando esta última a su estructura interna. La viscosidad, por otro lado, mide la resistencia de las moléculas dentro de un líquido al movimiento. Mientras tanto, la durabilidad juega un papel crucial para garantizar que un material siga siendo funcional y visualmente atractivo a pesar de los efectos de los factores físicos y químicos a lo largo del tiempo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La indagación ahora se aplica porque tiene como objetivo resolver problemas, distinguiéndose por fundamentos teóricos e intelectuales. Por ello, se centra en aportar soluciones a problemas actuales a partir de trabajos previos y nuevas bases para futuras investigaciones (Borja, 2018, p. 25).

Por lo tanto, se considera aplicada porque requieren los conocimientos necesarios para justificar la teoría a fin de resolver problemas prácticos, como la teoría sobre el mecanismo de estabilización del adobe.

Mejoras de adobe (mucílago de penca de tuna)

Dado que es un estudio de clase aplicada que trata de aplicar los conocimientos sobre el mejoramiento del adobe mediante el uso de pectina espinosa, para tomar una decisión sobre la estabilidad del adobe con diferentes porcentajes de mucílago, los resultados se obtendrán del estudio. Así como los criterios de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión y tasa de reducción de absorción.

Enfoque de investigación

“Un método de investigación es cuantitativo porque afirma la verdad o puede medirse y cuantificarse, las investigaciones cuantitativas pueden recopilar y estudiar números para explicar fenómenos.” (Hernández et al., 2018 p. 128).

Diseño de la investigación

“Definida como una progresión basada en someter un mecanismo o conjunto de complejos a causas contextuales con el fin de comparar externamente las respuestas o el desempeño posterior” (Hernández et al., 2018 p. 141).

Se desarrolló un estudio que muestra el tratamiento de la baba de tallo de achiote mediante la adición de adobe para demostrar que la composición física y mecánica difiere de las pruebas de laboratorio. Con base en estas limitaciones y suposiciones revisadas, los estudios utilizados fueron diseñados experimentalmente.

Nivel de investigación

El nivel de estudio no es solo explicativo, ya que no solo describe la variable, sino también correlacional, ya que desea comprender cómo se relacionan las dos variables de estudio.

3.2. Variables y operacionalización

Variables

Las variables son los elementos medibles y manipulables de cualquier estudio, y requieren análisis. Esto implica hacer suposiciones sobre otras variables involucradas (Salkind, 2016).

Variable independiente: Mucilago de penca de tuna

Definición conceptual: La misma mucosidad tiene efectos similares al ácido acetilsalicílico (principal componente de la aspirina), por lo que se prescribe para tratar la artritis, desinflamar la próstata y el hígado, y regenerar tejido en estos últimos órganos (Guzmán, 2014, p. 20).

Referente a la definición operacional, la medición de la variable independiente, del mucilago penca de tuna se realizó mediante las características del suelo y por una cantidad de dosis, para mayor referencia (Ver Matriz de Operacionalización, Anexo 01).

Variable dependiente: Resistencia y comprensión del adobe tradicional en viviendas (Ver anexo 02)

La definición conceptual de la resistencia a la humedad del adobe significa mayor resistencia a la compresión ya que elimina la humedad por absorción y agrietamiento del adobe.

Con respecto a las definiciones operativas, se miden la resistencia física y mecánica, se derivan características e indicadores de rendimiento mecánico y físico (Ver Matriz de Operacionalización, Anexo 01).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Es un grupo de personas o cosas que desea conocer en su investigación. Un universo o población puede estar formado por personas, animales, registros médicos, nacimientos, muestras de laboratorio, accidentes de tránsito, etc. Por lo tanto, en la encuesta ejecutada se proporcionó una muestra intencional con una muestra de 50 bloques de Adobe.

La población del estudio corresponde a 24 unidades de bloques de adobe de albañilería, elaborados para los tres tipos de adobes.

La Muestra: Es el subconjunto o porción del universo o población en la que se realizará el estudio. Veremos más adelante el proceso de fórmulas, lógica, etc. para obtener el número de componentes de ejemplo. Una muestra es una porción representativa de una población (Hernández et al., 2018 p.175).

Para realizar la indagación se planteó 4 ensayos que se muestra a continuación: 6 Unid. Que se fabricó de manera tradicional que representa el (0%); 6 unid. Con adición de mucilago de tuna con un (3%); 6 unid. Con mucilago de tuna al (9%) y por último 6 unid. Con mucilago penca de tuna al (12), en total se realizó 24 ensayos de adobe.

Muestreo:

En el presente estudio se utilizó un muestreo no probabilístico debido a que el número de muestras a tomar podría estar previsto bajo los códigos de albañilería vigentes.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Estos estudios son prospectivos, y los futuros investigadores en ejecución controlan sus mediciones planificando sus propias mediciones de laboratorio, siempre en base a indicadores de trabajos históricos o sus artículos de investigación científica (Hernández et al., 2014 p.198).

Técnica:

La selección de arcilla y otros materiales para la investigación requirió una cuidadosa observación del área de prueba y el método de prueba utilizado. Además de esta técnica, el estudio también empleó métodos de análisis de la literatura, como la revisión de libros, artículos y otra información relevante. Al utilizar estas técnicas, la recopilación, el procesamiento y el análisis de datos se hicieron más fáciles y eficientes.

Instrumento de recolección de datos:

Según Hernández et al., (2018) Comentan que el instrumento de medida es un recurso que el intelectual manipulará y podrá examinar en una investigación profesional de las variables que llega a tener en su imaginación.

Los instrumentos utilizados fueron formatos de recolección de datos, paneles acrílicos utilizados para registrar información donde aparecían evidencias fotográficas, formatos de pruebas de laboratorio, instrumentos de laboratorio como tamices y moldes, y grabadoras utilizadas para almacenar información visual, los investigadores quienes realizaron este proceso de investigación.

Las pruebas de laboratorio se realizaron siguiendo los lineamientos señalados en la Norma Técnica E-080 (2017). Estos protocolos requerían pruebas de compresión para medir la resistencia a la compresión del adobe reforzado con limo de nopal. Los materiales de laboratorio fueron cuidadosamente seleccionados para asegurar su idoneidad para la construcción de viviendas. Se creó un formato de validación para recopilar datos para el estudio. Para verificar la autenticidad de los instrumentos, un experto debe revisar y confirmar el certificado de calibración. Los resultados de la encuesta serán autenticados con la firma y el sello del experto.

Validez

La validez proporciona un nivel de seguridad, pudiendo buscar datos de medición para demostrar que los resultados obtenidos son seguros. Además, considerar las técnicas utilizadas para verificar los datos

esperados ayuda a completar la investigación con un nivel honesto de autenticidad (Valarino et al., 2017, p. 227).

Confiabilidad

Este requisito se determinará mediante la realización de las pruebas de laboratorio antes descritas. El equipo de laboratorio a utilizar debe contar con su certificado de calibración vigente para poder obtener resultados verídicos y confiables.

3.5. Procedimientos

En la etapa uno se procedió a realizar la extracción de material para la elaboración del adobe

para la obtención de resultados, para lo cual se procederá los siguientes procedimientos:

1. Se realizó la extracción de la tierra: se excavó muestras del material del adobe con el fin de obtener e identificar de donde se obtuvo el material.
2. Extracción de baba de nopal: Visitamos comunidades de la provincia de Huari para verificar la presencia de tallos de nopal, luego extrajimos moco, extrajimos espinas, para lo cual se utilizaron ciertos equipos de protección personal como guantes y cuchillos. Para quitar la goma de tuna, se deja reposar el agua de 20 a 25 días, para que se rompa y se licue, y se mezcle en forma viscosa.

Para la Fase 2: Continuamos con el análisis de las propiedades físicas del suelo para hacer el adobe

1. En un procedimiento de análisis de prueba, se extrae una cierta cantidad de masa de un sitio de estudio o sitio de muestra para determinar el tipo de suelo que se analizará en el laboratorio.
2. La etapa tres: Elaboración de las unidades de adobe tradicional se utilizó una cantidad de agua que permita una adecuada trabajabilidad. La relación dependió de las características de tamaño de los áridos y de las características específicas de los demás componentes que se puedan utilizar.

La gradación del suelo estuvo cerca de los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25%, arena 55-70%, no se debe usar suelo orgánico.

Para identificar una buena tierra, se hizo rollos con una pequeña cantidad de tierra húmeda en la palma de la mano. El suelo que se puede extender de 5 a 15 cm es bueno, y el suelo que excede los 15 cm es demasiado pegajoso y debe agregarse con arena. Se usaron moldes de madera con dimensiones de 10x15x30cm, el molde fue elevado y lijado por dentro antes de su uso.

El adobe se agrietará con el sol, por lo que se debe hacer una hilera de esteras o ramas para protegerlos durante al menos los dos primeros días. El adobe no debe tener fisuras ni deformaciones. Un buen adobe colocado encima de otros dos debe poder soportar el peso de una persona durante al menos un minuto. Esta prueba debe realizarse por lo menos cada 50 adobes producidos.

Sobre la etapa 4 del secado y protección del adobe en los 28 días

Para secar los adobes se necesita una superficie plana y limpia y el proceso dura aproximadamente una semana y media. Posteriormente, los ladrillos se colocan uno al lado del otro durante 25 días protegidos del sol y el viento, lo que evita que se sequen demasiado rápido y se agrieten. Esto salvaguarda las unidades de tierra perforada de acuerdo con la Norma E.080 creando un ambiente protector.

Sobre la etapa cinco de la elaboración de cubos y pilas de adobe para los respectivos ensayos de laboratorio.

Se procederá a elaborar cubos de adobe para las muestras en bloque, 6 para la muestra 1 cubo combinarlo con paja, para la muestra tipo 2 combinado al 50 % con mucilago de penca de tuna.

Sobre la etapa seis del programa de ensayos experimentales

Se realizaron los siguientes ensayos: evaluación de la absorción de unidad de adobe, evaluación de la succión, análisis de la resistencia frente a la comprensión en dos moldes en cubos y muretes de pilas

3.6. Métodos de análisis de datos

Un enfoque transparente y sistemático para comprender los datos implica considerar su intención y qué tan cerca se alinea con la realidad, ya sea cualitativa o cuantitativa. La forma más eficaz de recopilar datos es a través de la observación directa, que nos permite presenciar pruebas de laboratorio, documentar los resultados y compararlos con cualquier hipótesis.

Asimismo, conocer los resultados, identificar los problemas que existen, contestar las hipótesis formuladas para que se discutan factores importantes, determinar las consecuencias de los resultados alcanzados, hacer inferencias analíticas para que se puedan contestar las hipótesis formuladas.

3.7. Aspectos éticos

Los autores de este trabajo de investigación deben respetar la legibilidad de todos los análisis y pruebas realizadas y los resultados obtenidos, así como la exactitud de la información determinada por los laboratorios establecidos por las normas y estándares de investigación para mantener la fidelidad. personas que participaron en este estudio.

IV. RESULTADOS

Como primer procedimiento se describe la zona de estudio. por ende, en la presente investigación se realizó en la provincia de Huari, departamento de Ancash.

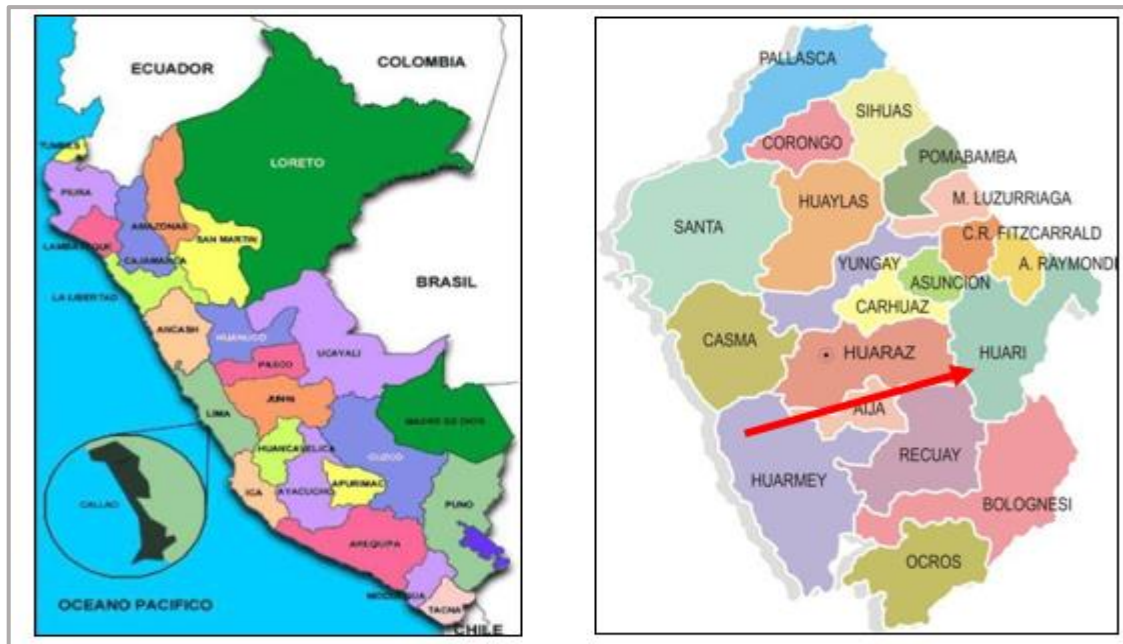


Figura 1. Mapa político del Perú y el departamento de Ancash

Fuente: (<https://revistacppe.wixsite.com/cppe/post/ancash>)

La provincia de Huari está ubicada en la parte central y oriental de la provincia de Ancash. El rango de altitud es de 2 150 ms. No. arroz. Hasta 6 370 ms. No. m., incluyendo las siguientes áreas naturales:

Su clima es variable y controlado de acuerdo a su rango altitudinal, desde la temperatura cálida del río Yunga hasta la frialdad del Yanka, su orografía es muy accidentada en todo su territorio. Presenta valles angostos, ríos profundos e imponentes montañas, dando como resultado una variedad de formas naturales, climas y microclimas. Por otro lado, la población está dispersa y el suelo es bajo.

Clima

El clima de la provincia de Huari durante el año tiene temporadas con más frecuencias lluviosas, llegando a temperaturas de 8° a 10° grados, provocando deterioro a las viviendas construidas de manera tradicional con adobe con paja.

Presentando la ubicación geográfica del sitio de estudio, identificando la problemática de las casas tradicionales de adobe de paja, se procede a describir todas las etapas en la obtención del mucílago de tuna, es decir, las formas de adición y elaboración del adobe. cubos y montones

Para la etapa 1 sobre la indagación y elección de material

El distrito de Huari, ubicado en la provincia de Ancash, fue objeto de un amplio relevamiento para identificar el terreno y el material más adecuado para la elaboración de bloques de tierra. El estudio se adhirió a los estándares E080, que recomendaban un suelo con un contenido de arcilla de 10 a 20 %, un contenido de limo de 15 a 25 % y un contenido de arena de 55 a 70 %. Se consideró crucial que no se utilizaran suelos orgánicos, de acuerdo con la Norma E.080 de 2017. Los hallazgos se plasmaron en una figura detallada.



Figura 2. Exploración y selección de material

Nota. Lugar apropiado con el material idóneo

- Prueba de barro

Usando un extracto de arcilla, con la humedad permitida, con la palma de la mano se aplicó presión para obtener una cinta gruesa para poder conocer si la superficie es muy adherente, por el contrario, el suelo tiene muy escasa arcilla.



Figura 3. Prueba de barro extracto de arcilla

- **Prueba de la presencia de arcilla**

Para confirmar la existencia de arcilla, se debe cumplir un conjunto específico de criterios. La tierra debe ser moldeada en una esfera, y la adición de una cantidad mínima de agua debe agregarse para formar cuatro esferas. La cantidad de agua añadida debe ser precisa para conseguir una bolita que quepa en la palma de la mano, con una circunferencia perfecta. Una vez seca esta mezcla, se puede observar la presencia de arcilla.

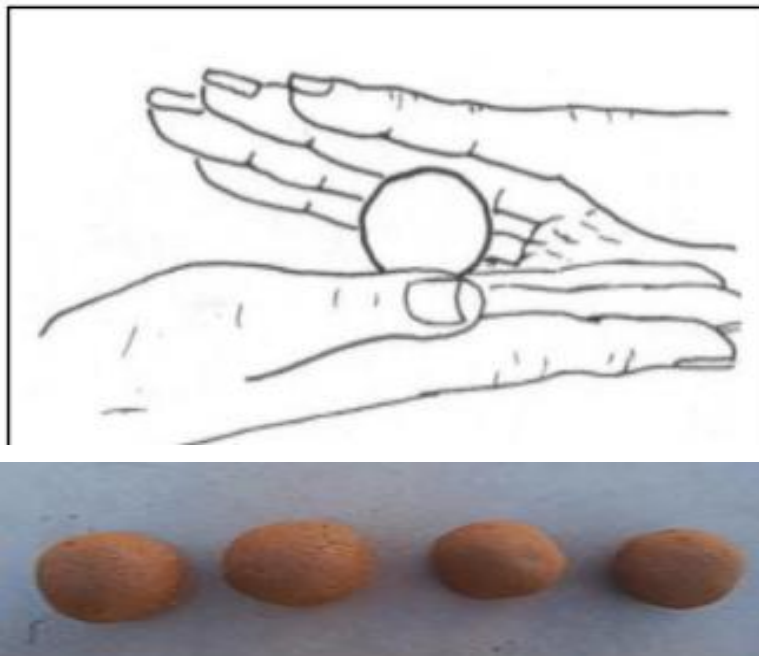


Figura 4. Prueba de presencia de arcilla

Fuente: (https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/E_080.pdf)

Etapa 2: Extracción de mucilago de penca de tuna

Las plantas de tuna con espinas afiladas abundan en las afueras del distrito de Huari. Los tallos, recogidos por la mañana y con una edad de 2 a 3 años, se cosechan con guantes y cuchillos. Las espinas se quitan de varias maneras, como frotarlas con la hierba, remojarlas en agua durante 20 a 25 días o romperlas en pedazos y formar una mezcla pegajosa. Una vez destinados, los tallos seleccionados se pelan, trocean y licúan con una licuadora. Cada tratamiento requiere alrededor de 2300 gramos de tallos, que se muelen hasta licuar por completo.



Figura 5. Extracción de mucilago penca de tuna.

Fuente: Elaboración propia

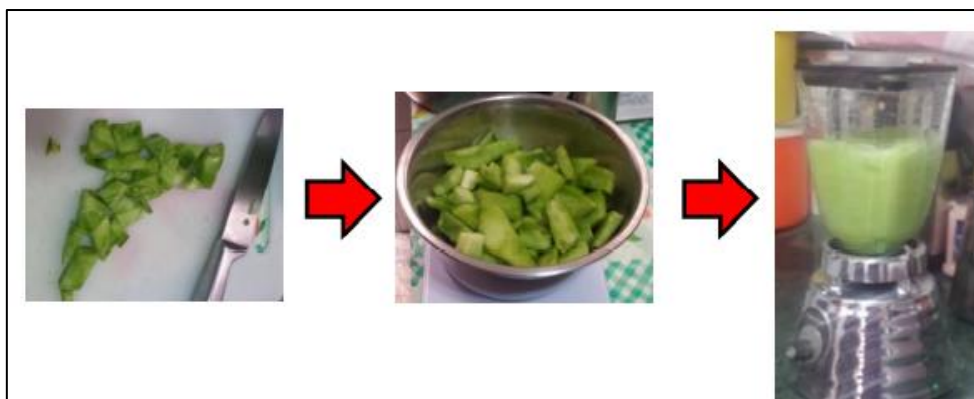


Figura 6. Licuado de la extracción de penca de tuna

Fuente: Elaboración propia

Para extraer la máxima cantidad de mucílago presente en la fase acuosa, el tejido molido se empapa en agua purificada por un tiempo de 2-4 horas, en una proporción de 3:1 a 4:1 a una temperatura entre 60-80°C. Se presentan los resultados de laboratorio del procedimiento de obtención de mucílago de tuna, adobes y pilotes.

Estos resultados incluyen factores como la resistencia a la compresión, la absorción y el conteo de grietas, los cuales se ilustran a través de tablas y figuras para una mejor interpretación.

Para dar a conocer los datos y componentes presentes en el mucílago de tuna, se evaluó la densidad de la sustancia mediante el método propuesto descrito en el marco teórico.



Figura 7. Densidad del mucílago de penca de tuna.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Cálculo de densidad

N°	Descripción de la muestra	Masa (gr)	Volumen (cm3)	Densidad (gr/cm3)
1	Mucílago de penca de tuna	854.00	1000.00	0.850

Fuente: Elaboración propia

Etapa 3: Procedimiento para la elaboración de unidades de adobe

- Dimensiones del adobe

Para cumplir con las normas de construcción nacionales descritas en las normas E.080, las dimensiones del adobe deben cumplir con pautas específicas. De forma rectangular, debe tener el doble de largo que su ancho, y su altura debe ser la cuarta parte de su largo.

Donde:

Largo: 0.25 m

Ancho: 0.13 m

Altura: 0.08 m



Figura 8. Dimensiones del adobe de acuerdo a las normas E.080

Fuente: Elaboración propia

- **Elaboración de la mezcla**

Para evitar la contaminación, el espacio de trabajo se mantuvo imaculado durante el proceso de mezcla. Se añadió agua en pequeños incrementos para empapar el suelo, seguido de la adición de mucílago de tallo de tuna. Luego, la mezcla se separaba en porciones de 4,5 kilogramos, cada una de las cuales servía como unidad para producir adobe.



Figura 9. Elaboración de la mezcla

Fuente: Elaboración propia

- **Elaboración del adobe**

Para crear la mezcla se incorporó mucílago de tallos de tuna en proporciones variables de 3%, 9% y 12% en peso por cada adobe



Figura 10. Elaboración del adobe

Fuente: Elaboración propia

- **Secado y protección del adobe**

Para cumplir con los estándares E.080, el adobe recién adquirido debe distribuirse uniformemente con un espacio entre cada bloque y dejarse secar sobre una superficie limpia. Posteriormente, debe protegerse del viento y la lluvia para evitar que se agriete durante su período de secado de 30 días. Finalmente, es importante transferir el adobe a un ambiente apropiado para asegurar un secado adecuado.



Figura 11. Secado y protección del adobe

Fuente: Elaboración propia

Etapa 4: Resultados de ensayos en laboratorio

- Exámenes granulométrico

Durante el desarrollo granulométrico se siguió estrictamente el cumplimiento de las normas ASTM D-423. El resultado reveló que el 86,44% de la muestra comprendía arena como el mayor porcentaje de material fino. El 11,96% restante era una combinación de arcilla y limo. La clasificación SUCS identificó la muestra como SP SC, lo que indica una mezcla de arena arcillosa y mal graduada.

Tabla 2. Análisis granulométrico.

Tamices ASTM	Abertura Mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	% Retenido Acumulado
1/2"	12.500		0.00	100.00
3/8"	9.500	2.00	0.40	99.60
N° 04	4.750	17.00	1.20	98.40
N° 10	2.000	24.00	6.10	92.23
N° 20	0.840	9.00	8.71	83.52
N° 40	0.425	60.00	123.00	80.25
N° 100	0.150	123.00	33.00	58.48
N° 200	0.075	33.00	2.00	11.96

Fuente: Laboratorio de suelos

Posteriormente se realizó el ensayo de viscosidad

De acuerdo a la ecuación planteada para establecer la pegajosidad de la mucosa del mucílago se tuvo el siguiente resultado



Figura 12. Ensayo de viscosidad.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Densidad de mucilago de penca de tuna.

Descripción	Mas(g.)	π	Radio (cm)	Volumen (m3)	Densidad (g/cm3)
Penca de tuna	5.25	3.12	0.225	2.365	2.235

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3 se aprecia la densidad del mucilago de penca de tuna que corresponde a 2.111gr/cm³.

Tabla 4. Viscosidad del mucilago de penca de tuna.

N°	Descripción	Tiempo (seg.)	Distancia	Velocidad (cm/seg)	Velocidad promedio (cm/seg)
1	Mucilago penca de tuna	0.37	25.00	67.568	65.29
2	Mucilago penca de tuna	0.37	25.00	62.500	
3	Mucilago penca de tuna	0.37	25.00	65.789	

Fuente: Elaboración propia

Además, se desarrolló la dosificación para la elaboración de unidad de adobe con mucílago penca de tuna

Tabla 5. *Dosificación de materiales para la elaboración de adobe*

	Mucilago al 0% de un (1) adobe 10x15x30cm		Mucilago al 3% de un (1) adobe 10x15x30cm		Mucilago al 9% de un (1) adobe 10x15x30cm	
DDESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID	CANTIDAD	UNID
Tierra	1300.00	gr.	1300.00	gr.	1300	gr.
Agua	525.00	gr.	365.00	gr.	0.00	gr.
Mucilago	0.00	gr.	1233.12	gr.	1235.00	gr.
Paja	256.02	gr.	256.02	gr.	256.02	gr.

Fuente: preparación propia

Exámenes de análisis y inspección de elección de suelos

Tabla 6. *Obtención de porcentaje de contenido de humedad*

HUMEDAD NATURAL: ASTM D-2216			
RECIPIENTE N°	1	2	3
Peso de lata (gr)	0.23	2.31	1.32
Peso del suelo húmedo + lata (gr)	785.00	223.36	536.22
Peso de suelo seco	765.32	458.36	635.15
Peso del agua	35.25	35.52	25.65
Peso del suelo seco (gr)	725.22	367.23	562.33
% de humedad	5.03	2.35	4.36
Promedio % humedad	5.10		

Fuente: preparación propia

Así mismo, el límite de Atterberg



Figura 13. Obtención del límite de atterberg

Se realizó el ensayo para la obtención del límite de atterberg obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 7.. Índice de plasticidad

Índice de plasticidad	
Lim. Líquido	30.45%
Lim. Plástico	23.15%
Índice de plasticidad	7.30%

Fuente: preparación propia

Tabla 8. Análisis granulométrico

Granulometría	
% (pasa de malla n°159)	42.45%

Objetivo específico 1: Determinar la incorporación del mucilago penca de tuna en las propiedades físicas del adobe tradicional

Tabla 9. Prueba de permeabilidad del adobe

N° Muestra	Ensayo de absorción (%)			
	Dosificación de mucilago penca de tuna			
	0%	3%	9%	12%
M1	21.31	18.52	17.20	12.19
M2	20.99	18.26	16.30	12.58
M3	21.41	18.14	13.98	12.90
Promedio	21.25	18.31	14.24	12.56

Fuente: preparación propia

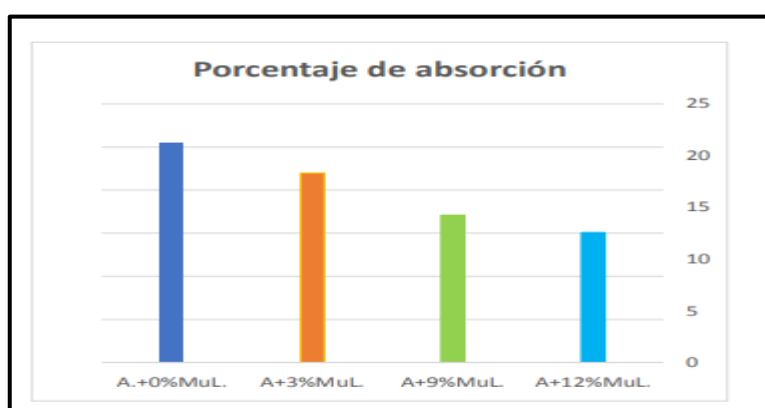


Figura 14. Resumen del porcentaje de absorción
Fuente: preparación propia

La prueba de absorción, como se muestra en la Tabla 9 y la Figura 14, arrojó resultados interesantes. En particular, la muestra con 0 % de mucilago de tuna tuvo una permeabilidad favorable, con un promedio de 21,25 % en tres muestras (M1-M2-M3). La muestra con 3% de mucilago de tuna también mostró un resultado prometedor, con un promedio de 18,31% en las mismas tres muestras. Aún más favorable fue la muestra con 9% de mucilago de tuna, con un promedio de 14,24%. Estos resultados sugieren que el diseño estándar es inferior al diseño infundido con mucilago de tuna, que tuvo una mejora de la permeabilidad del 12,45 %. En consecuencia, se acepta la Hipótesis Específica 1, que indica que la sustitución del mucilago de tallo de tuna tiene un impacto positivo en la permeabilidad.

Tabla 10. Ensayo cantidad de fisuras.

Cantidad de fisuras (und/m ²)					
N° muestra	Área de adobe	Dosificación de mucilago penca de tuna			
		0%	3%	9%	12%
M1	1.71	10.00	8.00	8.00	5.00
M2	1.71	12.00	6.00	7.00	7.00
M3	1.71	15.00	8.00	5.00	4.00
PROMEDIO	1.71	12.33	7.33	6.67	5.33

Fuente: preparación propia

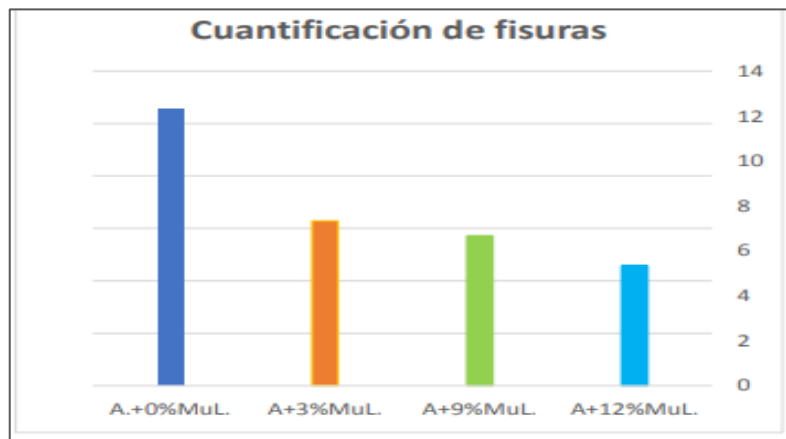


Figura 15. ponderación de fisuras

Se realizó un análisis empírico para determinar el número de grietas presentes, como se muestra en la Tabla 10 y la Figura 15. El estudio tomó en cuenta las grietas con una longitud mínima de 1 cm y encontró que el número de grietas disminuyó proporcionalmente con un aumento en el porcentaje de dosificación. de mucílago de tallo de tuna. A una dosificación del 12%, la consistencia viscosa del mucílago provocó solo un promedio de 5 grietas, en comparación con un promedio mayor de 12 grietas en el adobe convencional.

a) **Propiedades Mecánicas – (Prueba de firmeza a la compresión en cubos)**

Tabla 11. Prueba de firmeza a la compresión en cubos

N° Muestra	Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm ²)			
	Dosificación de Mucilago penca de tuna			
	0%	3%	9%	12%
M1	12.20	12.50	17.20	19.40
M2	12.30	13.60	16.30	19.60
M3	11.80	12.00	16.90	19.60
M4	11.10	13.80	16.50	18.20
M5	11.90	13.50	17.50	19.50
M6	12.20	13.90	17.60	18.90
Promedio	11.88	13.22	17.07	19.20

Fuente: preparación propia

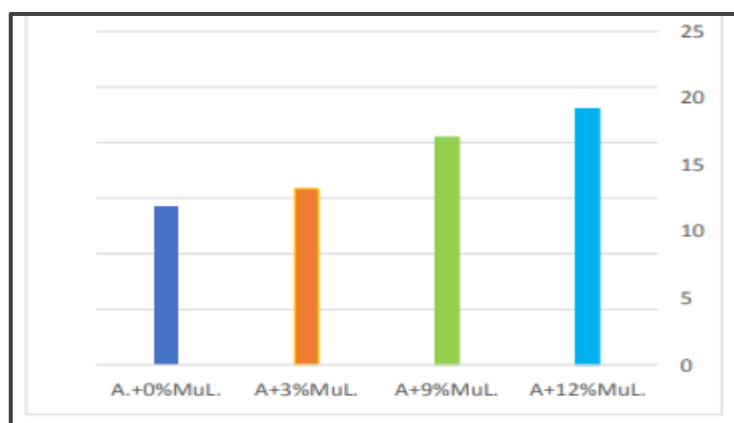


Figura 16. Firmeza a la compresión del adobe

Con base en la Tabla 11 y la Figura 16, se realizó la prueba de aplastamiento de módulos en cubo de adobe. El resultado óptimo se obtuvo con la muestra estándar, que contenía 0% de mucílago de tuna en las muestras (M1-M2-M3-M4-M5-M6). El resultado promedio para esta muestra fue 11,18 kg/cm² o 12,22 kg/em². Se obtuvo un resultado favorable de 17,98 kg/em² con la muestra de mucílago de tuna al 9%, mientras que la muestra de mucílago de tallo de tuna al 12% mostró un resultado muy favorable de 19,20 kg/cm². La sustitución del mucílago de huaraco por mucílago de tuna al 9% y 12% resultó

en un aumento de la resistencia, por lo que se aceptó la Hipótesis Específica 2 ya que influye positivamente en la sustitución del mucílago de tuna.

b) Resistencia a la compresión (ensayo de compresión en murete de pilas)



Figura 17. Resistencia a la compresión en murete de pila.

Tabla 12. Resistencia a la compresión en murete de pila

Adobe	F´B (kg/cm2)
Mucilago penca de tuna 0%	2.54
Mucilago penca de tuna 3%	4.67
Mucilago penca de tuna 9%	6.54
Mucilago penca de tuna 12%	8.45

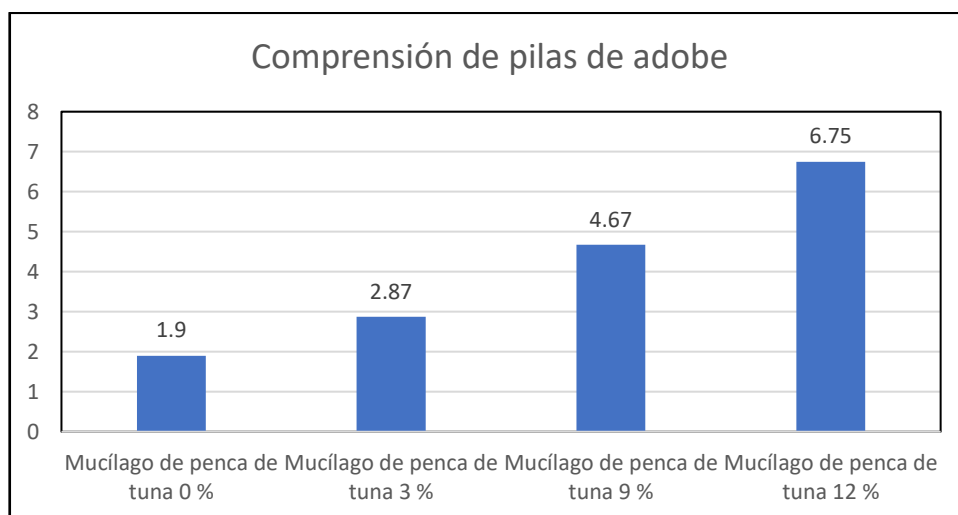


Figura 18. Compresión de pilas de adobe

La Tabla 12 y la Gráfica 18 muestran la prueba de trituración del módulo en cubo de adobe, revelando que la muestra patrón sin mucílago de tuna (M1-M2-M3-M4) tuvo un resultado promedio de 2.54kg/em². Este es un nivel de resistencia notablemente bajo. Sin embargo, la muestra con 3 % de mucílago de tuna mostró un resultado promedio de 4,67 kg/em² en tres muestras, mientras que la muestra con 9 % de mucílago de tuna arrojó un resultado muy favorable de 6,54 kg/em². La muestra de mucílago de tallo de atún al 12% demostró el mejor nivel de resistencia, con un resultado de 8,54 kg/em². Se puede inferir que la sustitución del mucílago de huaraco por mucílago de tuna en mayor cantidad mejora la resistencia. Por lo tanto, se acepta la Hipótesis Específica 3 ya que influye positivamente en la reposición del mucílago de huaraco.

4.1. Análisis inferencial

Para la prueba de hipótesis propuesta se utilizó el estadístico ANOVA de varianza porque permite comparar la varianza entre medias cuando existen múltiples grupos, en este caso tenemos 4 grupos con 0%, 3%, 9%, 12% de agregado de mucilago penca de tuna.

Para la aplicación de este estadístico, se debe cumplir los siguientes requisitos:

- Prueba de normalidad
- Prueba de homogeneidad de varianzas
- Grupos independientes

Por consiguiente, se procedió a responder las hipótesis específicas planteadas en el trabajo de investigación:

4.1.1. La incorporación del mucílago de penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12%, influye de manera significativa en el comportamiento físico del adobe estabilizado.

Para esta prueba hemos utilizado el SPSS, y nos muestra el siguiente resultado:

Tabla 13. Prueba de normalidad H1

Prueba de normalidad							
		Kolmogorov-Smimov			Shapiro Wilk		
	Dosificación	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Comportamiento Físico	Dosificación 0%	.105	6		.105	6	.456
	Dosificación 3%	.205	6		.205	6	1.001
	Dosificación 9%	.210	6		.210	6	.655
	Dosificación 12%	.345	6		.345	6	.266

Podemos inferir en aceptar la normalidad de esta información porque la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks muestra que los factores de dosificación de 0%, 3%, 9% y 12%, muestra una sig. de ,456 representando un valor mayor que 0,05.

Tabla 14. Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
COMPORTAMIENTO FÍSICO	Se basa en la media	.123	6	10	.678
	Se basa en la mediana	.045	6	10	.687
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.034	6	10	.822
	Se basa en la media recortada	.245	6	10	.989

Como 0,678 es mayor que 0,05, se infiere que las varianzas son homogéneas.

Prueba de hipótesis

La adición del 3%, 9% y 12% de mucilago penca de tuna influye en el comportamiento físico del adobe convencional.

Prueba de contraste de hipótesis

Planteamiento de la H0 y H1

Tabla 15. Nivel de significancia H1

Comportamiento Físico	ANOVA				
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	456.000	6	256.000	,35.314	.002
Dentro de grupos	45.367	10	5.045	,205	
Total	501.367				

Toma de decisión:

Se aprecia la sig. es ,002 por ende es menor valor que $P < 0.05$, por lo tanto, dado que existen variaciones en las medias en al menos 2 grupos, la variable del agregado penca de tuna tiene incidencia en la elaboración del adobe convencional.

4.1.2. La incorporación del mucílago de penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12%, influye en la resistencia a compresión en cubos frente al adobe convencional.

Prueba de normalidad

Para esta prueba hemos utilizado el SPSS, y nos muestra el siguiente resultado.

Tabla 16. Prueba de normalidad H2

Pruebas de normalidad							
	Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk		
	Dosificación	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Dosificación 0%	,235	6		,267	6	,201
	Dosificación 3%	,212	6		,156	6	1,000
	Dosificación 9%	,323	6		,245	6	,456
	Dosificación 12%	,432	6		,456	6	,275
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Podemos inferir en aceptar la normalidad de esta información porque la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks muestra que los factores de dosificación de 0%,

3%, 9% y 12%, muestra una sig. de ,201 representando un valor mayor que 0,05

Prueba de homogeneidad de varianzas

Tabla 17. Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se basa en la media	.345	6	10	.356
	Se basa en la mediana	.256	6	10	1.000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.289	6	6.876	.567
	Se basa en la media recortada	.347	6	10	.476

Se concluye que 0,356 es mayor que el valor de 0.005 entonces las varianzas son homogéneas

Prueba de contraste de hipótesis

Planteamiento de la H0 y H1

Tabla 18. Nivel de significancia H2

ANOVA					
Comportamiento Físico	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	434,000	6	276,000	,35,314	,032
Dentro de grupos	34,354	10	4,045	,205	
Total	468,354				

Toma de decisión:

Se aprecia la sig. es ,032 por ende es menor valor que $P < 0.05$, por lo tanto, dado que existen variaciones en las medias en al menos 2

grupos, la variable del agregado penca de tuna tiene incidencia en la resistencia a la compresión en cubos frente al adobe convencional.

4.1.3. La incorporación del mucílago de penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12% influye en la resistencia a compresión axial de pilas frente al adobe convencional.

Prueba de normalidad

Para esta prueba hemos utilizado el SPSS, y nos muestra el siguiente resultado:

Tabla 19. Prueba de normalidad H3

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk			
	Dosificación	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS	Dosificación 0%	,288	6		,165	6	,796
	Dosificación 3%	,256	6		,245	6	,455
	Dosificación 9%	,345	6		,200	6	,987
	Dosificación 12%	,476	6		,330	6	1,236
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Podemos inferir en aceptar la normalidad de esta información porque la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks muestra que los factores de dosificación de 0%, 3%, 9% y 12%, muestra una sig. de ,796 representando un valor mayor que 0,05

Prueba de homogeneidad de varianzas

Tabla 20. Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA	Se basa en la media	.234	6	10	.499
	Se basa en la mediana	.205	6	10	.456

COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.210	6	6.876	.276
	Se basa en la media recortada	.345	6	10	.987

Se concluye que 0,499 es mayor que el valor de error de 0,05, entonces las varianzas son homogéneas.

Prueba de hipótesis

La adición del 3%, 9% y 12% de mucilago penca de tuna influye en la resistencia a la compresión axial de pilas frente al adobe convencional.

Prueba de contraste de hipótesis

Planteamiento de la H0 y H1

Tabla 21. Nivel de significancia H2

ANOVA					
Comportamiento Físico	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	426,000	6	266,000	,39,314	,000
Dentro de grupos	34,367	10	5,045	,2053	
Total	460,367				

Toma de decisión:

Se aprecia la sig. es ,000 por ende es menor valor que $P < 0.05$, por lo tanto, dado que existen variaciones en las medias en al menos 2 grupos, la variable del agregado penca de tuna tiene incidencia en resistencia a la compresión axial de pilas frente al adobe convencional.

Se decide que se cumple la hipótesis general: la incorporación del mucilago de tuna contribuye satisfactoriamente en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional.

V. DISCUSIÓN

Después de recopilar todos los hallazgos, los cotejamos con los resultados de estudios anteriores que exploraron el impacto de agregar mucilago de tuna a la producción tradicional de adobe de paja. En una investigación

similar realizada por Chitacaiza y Salazar (2018), se descubrió que la mayor resistencia a la compresión se lograba con la ayuda del refuerzo de malla plástica. Esto permitió la construcción con tierra y resultó en un excelente comportamiento sísmico. El equipo de investigación cumplió con su objetivo de seguridad de proteger la vida de los ocupantes y evitar el colapso de la estructura.

Así mismo, Quintana et al., (2017) La absorbencia de agua del adobe tratado con mucílago de tuna disminuyó del 8,30% al 5,39%. Esta cifra es inferior a la del adobe convencional, y se supone que el orden de reducción de la absorción de agua es el siguiente. En nuestro estudio, los niveles de mucina del adobe de huaraco estabilizado disminuyeron de 19,97 g/min/200 cm² a 12,59 g/min/200 cm² en comparación con el adobe convencional.

Santander (2012) El estudio arrojó hallazgos comparables sobre la capacidad de absorción de la mucina de tuna, que van del 41,48 % al 10,67 %. Sorprendentemente, los resultados mostraron que el adobe estabilizado con mucílago de nopal demostró una capacidad de succión más significativa que el adobe convencional. Este hallazgo desafió la hipótesis del estudio, cuyo objetivo era determinar cómo se podría mejorar la trituración de los bloques de Adobe. Se encontró que la resistencia al aplastamiento del adobe estabilizado con mucílago de nopal aumentó de 11,88 a 19,20 kg/cm² en comparación con el adobe tradicional.

García (2018) En este estudio, el uso de mucílago de nopal en cubos durante la molienda condujo a una disminución significativa en la resistencia a la compresión de 7,76 kg/cm² a 21,34 kg/cm² en comparación con otros resultados estables de adobe. Sin embargo, el adobe estabilizado con mucílago de nopal mostró un resultado diferente con un aumento significativo en la resistencia a la compresión de 11,88 kg/cm² a 19,20 kg/cm², lo que indica una mejor trituración del adobe en comparación con el adobe convencional. La adición de 9% y 12% de resina de pera, así como pectina de nopal, de acuerdo con el diseño del desvío, aumentó aún más la resistencia del adobe.

VI. CONCLUSIONES

En la presente investigación, la incorporación de mucílago de tuna tuvo un efecto positivo en las propiedades físicas y mecánicas del adobe estabilizado, reduciendo así la captación y absorción de agua y aumentando la resistencia al aplastamiento de manera efectiva.

El primer objetivo se cumplió según los resultados. Se encontró que la adición de mucílago de tuna tiene un impacto positivo en las propiedades físicas del adobe estabilizado. La capacidad de absorción y succión de agua mostró una caída significativa de 12.45 y 12.59, respectivamente. Esto indica que el mucílago tiene baja absorción de agua y capacidad de succión, lo que conduce a un aumento en la resistencia general.

Para el segundo objetivo específico, este trabajo compara el impacto positivo de la incorporación de pectina de nopal en la resistencia a la compresión de los cubos, en comparación con el adobe tradicional, la resistencia a la compresión aumentó de 11.88 a 19, y la conclusión que se obtiene con 20 kg/cm² es que El mucílago de huaraco es una sustancia maciza, resistente al aplastamiento, cuya resistencia favorece un aumento.

Con miras al tercer objetivo, se comparó el efecto de la adición de mucosidad de huaraco sobre la resistencia a la compresión axial del pilote con la del adobe tradicional, y se incrementó la capacidad compresiva de 11,88 kg/cm² a 19,20 kg/cm², y se concluyó que El moco de huaraco es una especie de sustancia sólida cuya resistencia a la compresión aumenta favorablemente.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda usar adobe en áreas con niveles de humedad desfavorables, reemplazando la baba de huaraco por agua para evitar la separación del adobe.

Posteriormente, la utilización del componente agregando Mucílago de penca de tuna en el adobe tradicional, es muy efectivo en caso de zonas precipitadas de lluvia se tenga humedades desfavorables para así contrarrestar los desprendimientos de los adobes.

Los expertos sugieren que se debe volver a evaluar la estabilidad del adobe después de una prueba de compresión y una aplicación suficiente de mortero. Cualquier aplicación anterior de mortero de calidad inferior debe volver a aplicarse para garantizar una fuerte adhesión. Adicionalmente, es imprescindible detallar el adobe estable con una adecuada dosificación de mortero.

Para garantizar la estabilidad de las estructuras de adobe, es recomendable realizar una evaluación exhaustiva después de la instalación. Esto incluye realizar pruebas de compresión, evaluar la adherencia del mortero y verificar la calidad del mortero aplicado. Es crucial usar la dosis suficiente para detallar para lograr un adobe estable.

REFERENCIAS

- BORJA Suárez, Manuel. Metodología de la Investigación Científica para Ingeniero. Chiclayo : s.n., 2018.
- CHITACAIZA, S. y SALAZAR, A., 2018. Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Civil. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26585/1/Tesis%201170%20-%20Llumitasig%20Chicaiza%20Sandra%20Mercedes.pdf>.
- GAMA, J.E., CRUZ Y CRUZ, T., PI-PUIG, T., ALCALÁ-MARTÍNEZ, R., CABADAS-BÁEZ, H., JASSO-CASTAÑEDA, C., DÍAZ-ORTEGA, J., SÁNCHEZ-PÉREZ, S., LÓPEZ-AGUILAR, F. y VILANOVA DE ALLENDE, R., 2018. Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, vol. 64, no. 2, pp. 177-188. ISSN 1405-3322.
- GARCIA, I., 2018. Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Huajuapán de León: Universidad Tecnológica de la Mixteca. Disponible en: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/13322.pdf.
- HERNANDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. Metodología de la investigación. Sexta Edición. México D.F. : McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2018.
- NIETO, L. y TELLO, E.F., 2019. Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Disponible en:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628256/Nieto_PL.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

Norma E.080 (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento). Recuperado de http://procurementnotices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376 (Consulta: 10 de enero 2019)

OLAZABAL, K. y GUEVARA, M., 2019. Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas del adobe estabilizado con cemento y mucilago de gigantón fabricado según la norma e-0.80, comparado con el adobe tradicional del distrito de San Jerónimo de la región de Cusco. [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Civil. Cusco - Perú: Universidad Andina del Cusco. Disponible en: [file:///C:/Users/DIRECCI%C3%93N/Downloads/Katerine_Dharyl_Tesis_bachiller_2019_Part.1%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DIRECCI%C3%93N/Downloads/Katerine_Dharyl_Tesis_bachiller_2019_Part.1%20(1).pdf).

PUMA, D., 2022. Evaluación del comportamiento físico y mecánico del adobe con la incorporación del mucilago de Huaraco en Macusani - Puno, 2021 [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Lima - Perú: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: file:///E:/MOTALVO%20PAJUEO%20-%20ING.%20CIVIL/Puma_LDD-SD.pdf.

RODRÍGUEZ, R.S. y LÓPEZ, F.J.S., 2017. Innovación tecnológica y saber tradicional: BTC y adobe, desarrollos paralelos en la cultura constructiva. Tierra, sociedad, comunidad: 15° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, 2015, ISBN 978-9978-14-313-1, págs. 458-468 [en línea]. S.l.: Universidad de Cuenca, pp. 458-468. [Consulta: 21 octubre 2022]. ISBN 978-9978-14-313-1. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6086003>.

SALKIND, Neil. Métodos de Investigación. 3ra ed. México: Prentice Hall Hispanoamérica. S.A., 1999 [fecha de consulta 2021].

- Saroza B., Rodríguez M., Menéndez J. & Barroso I. (2010). Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba. *Revista de Informes de la Construcción* (60),41-47, ISSN:0020- 0883 e I SSN: 1988-3234. Recuperado de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/art icle/viewFile/745/830> (Consulta: 8 de junio 2019)
- Sánchez K. (2010). Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras en muros de monumento históricos de tierra. (Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima: Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/506> (Consulta: 20 112 de enero 2019)
- SAGÑAY, E.R., 2018. Utilización de una combinación de tres curtientes, en el adobe de pieles de cabra para calzado [en línea]. bachelorThesis. S.I.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7187>.
- SANTANDER, E., 2022. Mucílago de linaza en el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas del adobe para viviendas rurales, Huancane – Puno 2022. [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Civil. Ate - Perú: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: file:///E:/MOTALVO%20PAJUEO%20-%20ING.%20CIVIL/Santander_MER-SD.pdf.
- VALERA, M.S., 2019. Mejoramiento del adobe en sus propiedades físicas y mecánicas agregándole fibra de viruta en su composición. En: Accepted: 2021-04-23T16:06:49Z [en línea], [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3151>.
- Vélez G. (2018). Arquitectura de barro. *Revista digital apuntes de arquitectura*. Venezuela. Recuperado de <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2010/08/arquitectura-con-barro-arqgonzalo.html> (Consulta: 29 de mayo 2019)

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Adobe estabilizado con mucilago	Se origina en el proceso del despulpado, este producto excedente representa alrededor del 14,85% del peso total del fruto. Dispone del 35,8% de sustancias pépticas, el 17% por celulosa y ceniza, y el 45,8% son azucares (Guzmán, 2014, p. 20).	El mucilago de penca de tuna es un material que contiene propiedades viscosas y ayudan a unir mejor las partículas.	Dosificación de 0% Dosificación de 3% Dosificación de 9% Dosificación de 12%	Proporción Proporción Proporción	Razón
Variable dependiente: Resistencia a la compresión del adobe en viviendas	Según la norma E 0.80 (diseño y construcción con tierra reforzada) la resistencia a la compresión ultima se determina en relación a la expresión siguiente 10.2kgf/cm ²	Para el diseño se usará el material mucilago de penca de tuna, en variables cantidades.	Compresión Flexión Chorro de agua Absorción	Incremento de resistencia	Ensayo Observable

Anexo 02: Matriz de consistencia

Título: Diseño de adobe estabilizado con mucilago de penca de tuna, para elevar la resistencia a la compresión en muros de viviendas de las comunidades del distrito de Huari – 2022

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general ¿Cómo influye la incorporación del mucílago de penca de tuna en el comportamiento físico y mecánico del adobe estabilizado?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿De qué manera influye la incorporación del mucílago de penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12% en el comportamiento físico del abobe estabilizado? - ¿De qué manera influye la incorporación del mucílago de penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12% en la resistencia a compresión en cubos frente al adobe convencional? - ¿De qué manera influye la incorporación del mucílago de penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12% en la resistencia a compresión Axial de pilas frente al adobe convencional? 	<p>Objetivo general Determinar la influencia de la incorporación de mucílago de penca de tuna en el comportamiento físico y mecánico del adobe estabilizado.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la incorporación del mucilago penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12% en las propiedades físicas del adobe estabilizado. - Determinar la incorporación del mucílago penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12%, en la resistencia a compresión en cubos frente al adobe. - Determinar la influencia de la incorporación del mucílago penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12%, en la resistencia a la compresión axial de pilas frente al adobe convencional. 	<p>Hipótesis general La incorporación del mucílago de penca de tuna en la elaboración del adobe artesanal influye de manera significativa en el comportamiento físico y mecánico del adobe estabilizado.</p> <p>Hipótesis específica</p> <ul style="list-style-type: none"> - La incorporación del mucílago de penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12%, influye de manera significativa en el comportamiento físico del adobe estabilizado. - La incorporación del mucílago de penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12%, influye en la resistencia a compresión en cubos frente al adobe convencional. - La incorporación del mucílago de penca de tuna al 0%, 3%, 9%, 12% influye en la resistencia a compresión axial de pilas frente al adobe convencional. 	<p>Variable independiente: Mucílago de penca de tuna</p> <p>Variable dependiente: Resistencia a la compresión de adobe</p>	<p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Diseño de la investigación: Cuasi experimental</p> <p>Población: La población en la presente investigación que está determinada por 24 bloques de adobe.</p> <p>Muestra: 6 unidades de adobe fabricado de forma convencional (0%). 6 unidades de adobe con adición de mucilago de penca de tuna (3%). 6 unidades de adobe con adición de mucilago de penca de tuna (9%) y (12) %</p>

**ANEXO 03: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TIERRA REFORZADA
(fuente ICG)**

Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia

DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO


El Peruano

FUNDADO EL 22 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO

Viernes 7 de abril de 2017

**MINISTERIO DE VIVIENDA,
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

**NORMA E.080
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
CON TIERRA REFORZADA**

**ANEXO - RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 121-2017-VIVIENDA**

NORMAS LEGALES


SEPARATA ESPECIAL

a)



ICG

Difundido por:
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia
www.construccion.org / icg@icgmail.org

Síguenos:
 /ConstruccionICG



El Peruano / Viernes 7 de abril de 2017

NORMAS LEGALES

3

**ANEXO - RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 121-2017-VIVIENDA**

(La Resolución Ministerial de la referencia se publicó en la edición del día Jueves 5 de abril de 2017)

NORMA E.080

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA

ÍNDICE

**CAPÍTULO I
DISPOSICIONES GENERALES**

- Artículo 1.- Alcance.
- Artículo 2.- Objeto.
- Artículo 3.- Definiciones.

**CAPÍTULO II
CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TIERRA REFORZADA**

- Artículo 4.- Consideraciones básicas.
- Artículo 5.- Requisitos de los materiales para la construcción de edificaciones de tierra reforzada.
- Artículo 6.- Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada.
- Artículo 7.- Sistema estructural para edificaciones de tierra reforzada.
- Artículo 8.- Esfuerzo de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio.
- Artículo 9.- Esfuerzos admisibles.
- Artículo 10.- Requisitos para las instalaciones eléctricas en edificaciones de tierra reforzada.
- Artículo 11.- Requisitos para las instalaciones sanitarias en edificaciones de tierra reforzada.

**CAPÍTULO III
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TAPIAL REFORZADO**

- Artículo 12.- Condiciones de la tierra a utilizar.
- Artículo 13.- Unidades de tapial y encofrado.
- Artículo 14.- Fabricación de la unidad de tapial.
- Artículo 15.- Protección de las hiladas de tapial.
- Artículo 16.- Reforzamiento.

**CAPÍTULO IV
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE ADOBE REFORZADO**

- Artículo 17.- Condiciones de la tierra a utilizar.
- Artículo 18.- Preparación del adobe.
- Artículo 19.- Preparación del mortero.
- Artículo 20.- Reforzamiento.

**CAPÍTULO V
OBRAS PATRIMONIALES DE TIERRA**

- Artículo 21.- Consideraciones para la intervención técnica en una obra patrimonial de tierra.


ANEXOS

- ANEXO Nº 1 Prueba "Cinta de barro"
- ANEXO Nº 2 Prueba "Presencia de arcilla o "Resistencia seca"
- ANEXO Nº 3 Prueba "Contenido de humedad" para la construcción con tapial
- ANEXO Nº 4 Prueba "Control de fisuras" o "Dosificación suelo-arena gruesa".
- ANEXO Nº 5 Recomendaciones para las juntas de avance en la técnica del tapial reforzado.
- ANEXO Nº 6 Recomendaciones para el ajuste de lazos verticales y horizontales para los refuerzos con mallas de sogas sintéticas.



ICG

Difundido por:
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia
www.construccion.org / icg@icgmail.org

Síguenos:
 /ConstruccionICG

CAPÍTULO I
DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- Alcance

- 1.1 La norma es de alcance nacional y su aplicación es obligatoria para la elaboración de materiales de construcción para edificaciones de tierra reforzada (adobe reforzado y tapial reforzado).
- 1.2 La norma se refiere a las características mecánicas de los materiales para la construcción de edificaciones de tierra reforzada, al diseño sismorresistente para edificaciones de tierra reforzada, a los elementos estructurales fundamentales de las edificaciones de tierra reforzada así como al comportamiento de los muros de adobe y tapial, de acuerdo a la filosofía de diseño sismorresistente.

Las edificaciones de tierra deben ser construcciones reforzadas para conseguir el comportamiento siguiente:

- a) Durante sismos leves, las edificaciones de tierra reforzada pueden admitir la formación de fisuras en los muros.
- b) Durante sismos moderados, las edificaciones de tierra reforzadas pueden admitir fisuras más importantes, sin embargo están controladas por refuerzos, sin producir daños a los ocupantes. La estructura debe ser reparable con costos razonables.
- c) Durante la ocurrencia de sismos fuertes, se admite la posibilidad de daños estructurales más considerables, con fisuras y deformaciones permanentes, pero controladas por refuerzos. No deben ocurrir fallas frágiles y colapsos parciales o totales, que puedan significar consecuencias fatales para la vida de los ocupantes.

Las definiciones de sismo leve, sismo moderado y sismo fuerte corresponden a lo indicado en el artículo 3 de la presente Norma.

- 1.3. La norma se orienta al diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de tierra reforzada, inspirada en el desarrollo de una cultura de prevención de desastres y en la búsqueda de soluciones económicas, seguras, durables, confortables y de fácil difusión. Las estructuras existentes incluyen las obras patrimoniales de tierra.
- 1.4 Los proyectos elaborados con alcances distintos a los considerados en la presente Norma, deben estar respaldados con un estudio técnico firmado por un Ingeniero colegiado y habilitado.

Artículo 2.- Objeto

- 2.1 Establecer requisitos y criterios técnicos de diseño y construcción para edificaciones de tierra reforzada.
- 2.2 Conferir seguridad sísmica a la construcción de edificaciones de tierra reforzada, mediante una filosofía de diseño que defina un comportamiento estructural adecuado.
- 2.3 Conceder durabilidad a las edificaciones de tierra reforzada frente a los fenómenos naturales y antrópicos.
- 2.4 Promover las características de la construcción de edificaciones de tierra reforzada, su accesibilidad, bajo costo, virtudes ecológicas y medio ambientales, bajo consumo energético aislamiento térmico y acústico, sus formas tradicionales y texturas rústicas.

Artículo 3.- Definiciones

Para efectos de la aplicación de la presente Norma se tiene en cuenta las definiciones siguientes:

1. **Aditivos naturales.** Materiales naturales como la paja y la arena gruesa, que controlan las fisuras que se producen durante el proceso de secado rápido.
2. **Adobe.** Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad.
3. **Adobe (Técnica).** Técnica de construcción que utiliza muros de albañilería de adobes secos asentados con mortero de barro.
4. **Altura libre de muro.** Distancia vertical libre entre elementos de arriostre horizontales.
5. **Arcilla.** Único material activo e indispensable del suelo. En contacto con el agua permite su amasado, se comporta plásticamente y puede cohesionar el resto de partículas inertes del suelo formando el barro, que al secarse adquiere una resistencia seca que lo convierte en material constructivo. Tiene partículas menores a dos micras (0.002 mm).
6. **Arena fina.** Es un componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendido entre 0.08 mm y 0.50 mm. Como el limo puede contribuir a lograr una mayor compactación del suelo, en ciertas circunstancias.
7. **Arena gruesa.** Es un componente inerte, estable en contacto con el agua, sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca comprendidas entre 0.6 mm y 4.75 mm (según Normas Técnicas Peruanas y/o las mallas N° 30 y N° 4 ASTM) que conforman la estructura granular resistente del barro en su proceso de secado. La adición de arena gruesa a suelos arcillosos, disminuye el número y espesor de las fisuras creadas en el proceso de secado, lo que significa un aumento de la resistencia del barro seco según se ha comprobado en el laboratorio.
8. **Arriostre.** Componente que impide significativamente el libre desplazamiento del borde de muro, considerándose un apoyo. El arriostre puede ser vertical (muro transversal o contrafuerte) u horizontal.
9. **Colapso.** Derrumbe súbito de muros o techos. Puede ser un derrumbe parcial o total.



10. **Contrafuerte.** Es un arrioste vertical construido con este único fin. De preferencia puede ser del mismo material o un material compatible (por ejemplo, piedra).
11. **Densidad de muros.** Cociente entre la suma de áreas transversales de los muros paralelos a cada eje principal de la planta de la construcción y el área total techada.
12. **Dormido.** Proceso de humedecimiento de la tierra ya zarandeada (cernida o tamizada para eliminar piedras y terrones), durante dos o más días, para activar la mayor cantidad de partículas de arcilla, antes de ser amasada con o sin paja para hacer adobes o morteros.
13. **Edificación de Tierra Reforzada.** Edificación compuesta de los siguientes componentes estructurales: cimentación (cimientito y sobrecimiento), muros, entrepisos y techos, arriostres (verticales y horizontales), refuerzos y conexiones.
Cada uno de los componentes debe diseñarse cumpliendo lo desarrollado en la presente Norma, para evitar el colapso parcial o total de sus muros y techos, logrando el objetivo fundamental de conceder seguridad de vida a los ocupantes. Estas edificaciones pueden ser de adobe reforzado o tapial reforzado.
14. **Esbeltez.** Relación entre las dimensiones del muro y su máximo espesor. Hay dos tipos de esbeltez de muros: i) La esbeltez vertical (λ_v), que es la relación entre la altura libre del muro y su máximo espesor, y ii) La esbeltez horizontal (λ_h), que es la relación entre el largo efectivo del muro y su espesor.
15. **Extremo libre de muro.** Es el borde vertical u horizontal no arriostreado de un muro.
16. **Fisura o grieta estructural.** Rajadura que se presenta en los muros de tierra producidas por cargas mayores a las que puede resistir el material, por gravedad, terremotos, accidentes u otros. Atraviesan los muros de lado a lado y pueden ser de espesores variables o invisibles al ojo humano.
Grieta: Abertura mayor a un milímetro.
Fisura: Abertura igual o menor de un milímetro.
17. **Largo efectivo.** Distancia libre horizontal entre elementos de arrioste verticales o entre un elemento de arrioste y un extremo libre.
18. **Limo.** Es un material componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendidos entre 0.002 mm y 0.06 mm.
19. **Mazo o pisón.** Dispositivo de madera utilizado en la técnica del tapial para compactar la tierra húmeda colocada entre los tableros (moldes o encofrados). Puede haber varios tipos de mazos: para los bordes, para el centro y para la superficie final de las capas. Su peso es de alrededor de 10 kgf.
20. **Mortero.** Material de unión de los adobes en una albañilería. Debe ser de barro mezclado con paja o con arena gruesa y eventualmente con otras sustancias naturales espesas para controlar las fisuras del proceso de secado (cal, mucilagos de cactus, y otros comprobados).
21. **Muro.** Es un muro arriostreado cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de arrioste horizontales y/o verticales y que incluye refuerzos.
22. **Prueba de campo.** Ensayo realizado sin herramientas a pie de obra o en laboratorio, basados en conocimientos comprobados en laboratorio a través de métodos rigurosos, que permite tomar decisiones de selección de canteras y dosificaciones.
23. **Prueba de laboratorio.** Ensayo de laboratorio que permite conocer las características mecánicas de la tierra, para diseñar y tomar decisiones de ingeniería.
24. **Refuerzos.** Elementos constituidos por materiales con alta capacidad de tracción, que sirven para controlar los desplazamientos de muros en caso de fisuras estructurales. Deben ser compatibles con el material tierra, es decir, flexibles y de baja dureza para no dañarlo, incluso durante las vibraciones que producen los sismos.
25. **Secado.** Proceso de evaporación del agua que existe en la tierra húmeda. El proceso debe controlarse para producir una evaporación muy lenta del agua, mientras la arcilla y barro se contraen y adquieren resistencia. Si la contracción es muy rápida, se producen fisuras.
26. **Sismo fuerte.** Igual o mayor a la Intensidad VII de la Escala de Mercalli Modificada.
27. **Sismo leve.** Igual o menor a Intensidad III de la Escala de Mercalli Modificada.
28. **Sismo moderado.** Entre las intensidades IV y VI de la Escala de Mercalli Modificada.
29. **Tableros para tapial.** Encofrados móviles normalmente de madera que se colocan paralelos y sujetos entre sí para resistir las fuerzas laterales propias de la compactación de la tierra.
30. **Tapial (Técnica).** Técnica de construcción que utiliza tierra húmeda vertida en moldes (tableros) firmes, para ser compactada por capas utilizando mazos o pisones de madera.
31. **Técnica mixta.** Utiliza además de la tierra uno o más materiales de construcción.
32. **Tierra.** Material de construcción compuesto de cuatro componentes básicos: arcilla, limo, arena fina y arena gruesa.
33. **Viga collar.** Componente estructural de uso obligatorio, que generalmente conectan a los entrepisos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de arrioste horizontal.

CAPÍTULO II

CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TIERRA REFORZADA

Artículo 4.- Consideraciones básicas

- 4.1 Las edificaciones de tierra reforzada no deben ubicarse en zonas de alto riesgo de desastre, especialmente con peligros tales como: inundaciones, avalanchas, aluviones y huaycos. No se debe construir en suelos con inestabilidad geológica.
- 4.2 Las edificaciones de tierra reforzada deben ser de un piso en las zonas sísmicas 4 y 3, y hasta de dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1, según los distritos y provincias establecidos en el Anexo N° 1 de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente sobre Zonificaciones Sísmicas, aprobado por Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA.



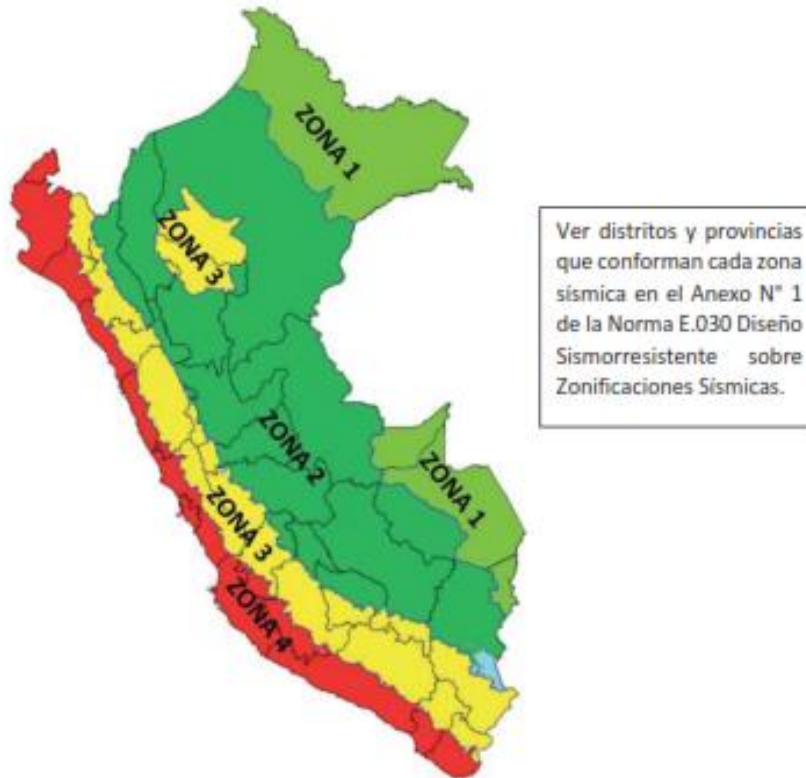
ICG

Difundido por:
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia
www.construccion.org / icg@icgmail.org

Síguenos:

 /ConstruccionICG

Figura 1. Mapa de Zonificación Sísmica, según Norma E.030 Diseño Sísmorresistente



- 4.3 Las edificaciones de tierra reforzada deben cimentarse sobre suelos firmes y medianamente firmes de acuerdo con la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones. No se cimienta sobre suelos granulares sueltos, cohesivos blandos, ni arcillas expansivas. Se prohíbe la cimentación en suelos de arenas sueltas que pueden saturarse de agua (riesgo de licuefacción de suelos).
- 4.4 El proyecto arquitectónico, eléctrico y sanitario de edificaciones de tierra reforzada debe concordarse con el proyecto estructural, cuyas características se señalan en la presente Norma.
- 4.5 El diseño estructural de las edificaciones de tierra reforzada deben estar basados en los siguientes criterios: resistencia, estabilidad y comportamiento sísmorresistente (refuerzos compatibles) y es respaldado por el profesional responsable.
- 4.6 Los métodos de análisis deben estar basados en comportamientos elásticos del material, sin perjuicio que se puedan utilizar criterios de comportamiento inelástico.
- 4.7 Los métodos para obtener la aprobación de nuevas técnicas mixtas relacionadas con el material tierra, deben estar basados en estudios que demuestren su adecuado comportamiento sísmico en el estado de servicio y en el estado último, sin producir fallas frágiles o colapsos súbitos y en concordancia con la filosofía de diseño. Para su aprobación se pueden utilizar las siguientes alternativas:
 - a) Verificación experimental de comportamiento sísmico mediante ensayos cíclicos, pseudo-dinámicos o dinámicos que incluyan claramente el rango de comportamiento último.
 - b) Diseño racional basado en principios de Ingeniería aceptados, bajo responsabilidad del profesional.
 - c) Historia de servicio y comportamiento adecuado en sismos severos.

Artículo 5.- Requisitos de los materiales para la construcción de edificaciones de tierra reforzada

- 5.1 **Tierra:** Debe verificarse que la tierra contenga adecuada presencia de arcilla mediante las pruebas indicadas en los Anexos N°s. 1 y 2 de la presente Norma. Asimismo, que se encuentre libre de cantidades perjudiciales de materia orgánica. Su resistencia debe cumplir lo indicado en:
 - a) Artículo 8, inciso 8.1 o 8.2 (para tapial).
 - b) Artículo 8, inciso 8.1 o 8.2 y 8.3 (para adobe).
- 5.2 **Agua:** Debe cumplir las características siguientes:



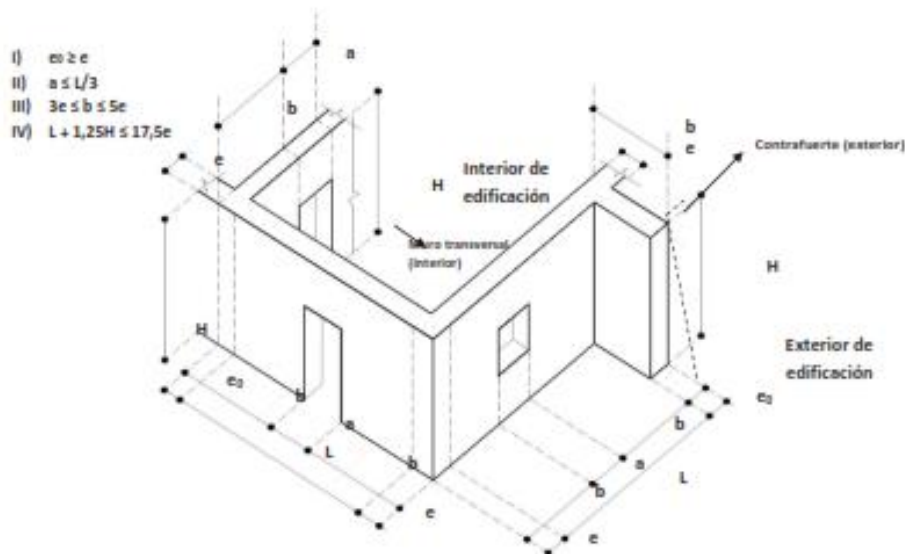
- a) Agua potable o agua libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión.
- b) Estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas.
- c) El agua de mar sólo puede emplearse si se cuenta con la autorización del Ingeniero proyectista y del responsable de la supervisión.

Artículo 6.- Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada

Las edificaciones de tierra reforzada, deben cumplir con los siguientes criterios de configuración:

- 6.1 Muros anchos para su mayor resistencia y estabilidad frente al volteo. El espesor mínimo del muro es de 0.40 m. Solo para el tipo de muro indicado en el Esquema 3 de la Figura 4, puede utilizarse un espesor mínimo de 0.30 m según se muestra en el aparejo correspondiente.
- 6.2 Los muros deben tener arriostres horizontales (entrepisos y techos) así como arriostres verticales (contrafuerte o muros transversales) según la Figura 2.
- 6.3 La densidad de muros en la dirección de los ejes principales debe tener el valor mínimo indicado en la Tabla 2 - Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación. De ser posible, todos los muros deben ser portantes y arriostros.
- 6.4 Tener una planta simétrica respecto a los ejes principales.
- 6.5 El espesor (e), densidad y altura libre de muros (H), la distancia entre arriostres verticales (L), el ancho de los vanos (a), así como los materiales y la técnica constructiva para la construcción de una edificación de tierra reforzada, deben ser aplicados de manera continua y homogénea. La Figura 2 establece los límites geométricos a ser cumplidos.
- 6.6 Los vanos deben tener las proporciones y ubicación de acuerdo a lo indicado en la Figura 2. Así mismo, se recomienda que sean pequeños y centrados.

Figura 2. Límites Geométricos de muros y vanos



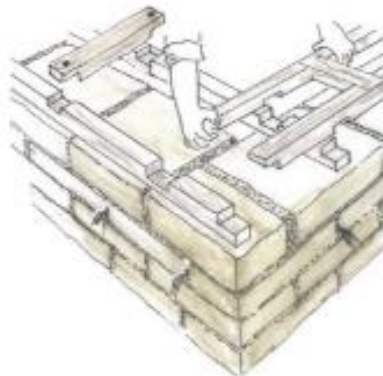
Nota 1: Cada arrioste vertical (contrafuerte o muro transversal) puede construirse hacia el interior o hacia el exterior de la edificación, según el criterio del proyectista.

Nota 2: La expresión IV relaciona la esbeltez vertical ($\lambda_v = H/e$) con la esbeltez horizontal ($\lambda_h = L/e$), de modo que se debe cumplir la expresión: $\lambda_h + 1,25 \lambda_v \leq 17,5$.

Nota 3: Los muros en general deben tener una esbeltez vertical (λ_v) igual o menor a 6 veces el espesor del muro y una esbeltez horizontal (λ_h) igual o menor a 10 veces el espesor del muro. La esbeltez vertical puede llegar a un máximo 8, si se cumple la Nota 2.

Nota 4: El contrafuerte puede ser recto o trapezoidal. En caso tenga forma trapezoidal, ver línea segmentada en contrafuerte (exterior) su base o parte interior debe medir "b" y la parte superior (que sobresale del muro) debe medir como mínimo "b/3".

- 6.7 Tener como mínimo una viga collar en la parte superior de cada muro fijada entre sí, así como a los refuerzos, y construidos con un material compatible con la tierra reforzada (madera, caña u otros).

**Figura 3. Ejemplo esquemático de un tipo de Viga Collar****6.5 Cálculo de las fuerzas sísmicas horizontales**

La fuerza sísmica horizontal en la base de las edificaciones de tierra reforzada se determina mediante la siguiente expresión:

$$H=S.U.C.P$$

Donde:

- S = Factor de suelo según lo indicado en la Tabla N° 1.
- U = Factor de uso según lo indicado en la Tabla N° 2.
- C = Coeficiente sísmico según lo indicado en la Tabla N° 3.
- P = Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50 % de la carga viva.

Tabla N° 1
Factor de suelo (S)

Tipo	Descripción	Factor de suelo (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg./cm ²	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa ó 1.02kg./cm ²	1,4

Tabla N° 2
Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación

Tipo de Edificaciones	Factor de Uso (U)	Densidad
NT A.030 Hospedaje NT A.040 Educación NT A.050 Salud NT A.090 Servicios comunales NT A.100 Recreación y deportes NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1,4	10%
NT A.060 Industria NT A.070 Comercio NT A.080 Oficinas	1,2	12%
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1,0	8%

Tabla N° 3
Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de tierra reforzada

Zona Sísmica	Coeficiente Sísmico (C)
4	0,25
3	0,20
2	0,15
1	0,10



6.9 Se debe evitar el deterioro de las edificaciones de tierra reforzada, causadas por el viento, la lluvia y la humedad, protegiéndolas a través de:

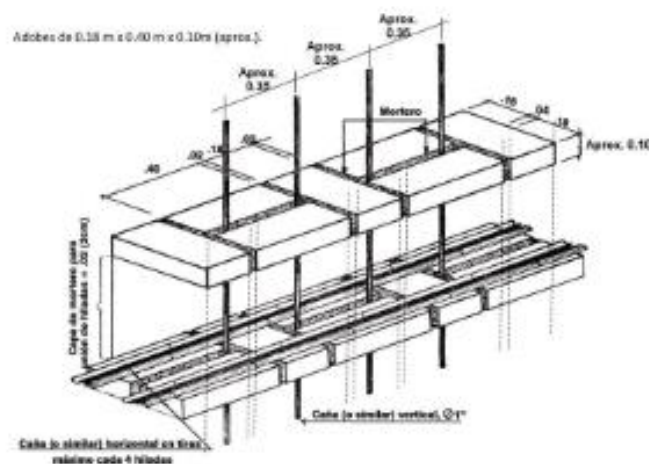
- a) Cimientos y sobrecimientos que eviten el humedecimiento del muro.
- b) Recubrimientos, revestimientos o enlucidos que los protejan de la lluvia, humedad y viento, y que permitan la evaporación de la humedad del muro.
- c) Aleros en el techo que protejan el muro de cualquier contacto con la lluvia. En las zonas bioclimáticas: N°3 Interandino, N°4 Mesoandino, N°5 Altoandino, N°6 Nevado, N° 7 Ceja de montaña, N°6 Subtropical húmedo, N°9 Tropical húmedo, indicadas en la Norma EM.110 Confort Térmico Lumínico con Eficiencia Energética, se usan aleros no menores de 1 metro de voladizo, adecuadamente anclados y con peso suficiente para no ser levantados por el viento.
- d) Veredas perimetrales con pendiente hacia el exterior de la edificación y que permitan la evacuación y evaporación del agua.
- e) Sistemas de drenaje adecuado (material granular suelto tipo piedras y gravas, con pendiente y colector inferior, evacuador de agua).
- f) En patios interiores, terrazas y otros espacios abiertos se asegura la evacuación y evaporación del agua o humedad depositada en el suelo o piso.

6.10 Para los refuerzos se debe tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- a) Los muros y contrafuertes de las edificaciones de tierra reforzada deben tener refuerzos.
- b) En caso que los refuerzos sean externos a los muros o contrafuertes deben estar embudidos en el enlucido.
- c) No deben usarse refuerzos en una sola dirección, pues no logran controlar los desplazamientos y pueden sufrir colapsos parciales. Deben usarse refuerzos en dos direcciones (horizontales y verticales).
- d) En todos los casos, el refuerzo horizontal coincide con los niveles inferior y superior de los vanos.
- e) Los elementos que conforman los entrepisos o techos de las edificaciones de tierra reforzada, deben estar adecuadamente fijados al muro mediante una viga collar. El refuerzo debe fijarse desde la base del sobrecimiento a la viga collar.
- f) En caso se utilice refuerzos de tipo vegetal, geomallas, dinteles y/o mallas de sogas sintéticas, debe considerarse, según sea el caso, como mínimo lo siguiente:
 - i. Caña carrizo (hueca) o caña brava (sólida), completas, de 25 mm de diámetro aproximado como refuerzo vertical y chancadas tipo carrizo o guadua angustifolia (sin dañarias) como refuerzo horizontal.
 - ii. Madera en rollos o aserrada con diámetros igual o mayores a 25 mm como refuerzo vertical externo y sogas naturales (cabuya o sisal) de mínimo 5 mm de diámetro como refuerzo horizontal externo.
 - iii. Ramas trenzadas de fibra vegetal, en paquetes de diámetros de 25 mm como refuerzo vertical externo y ramas sueltas trenzadas o sogas como refuerzo horizontal externo, con diámetros mayores a 5 mm.
 - iv. Sogas de cabuya, sisal o fibras naturales trenzadas formando mallas ortogonales externas, cumpliendo lo especificado en el inciso i, numeral 6.10 del artículo 6 del Capítulo II.
 - v. Cualquier combinación racional de las anteriores.
 - vi. Las conexiones de los elementos verticales y horizontales se realizan con cuerdas de nylon o sogas sintéticas, utilizando nudo llano (ver Anexo N°6, inciso 6.1: Nudos para refuerzos).

Figura 4: Esquemas de refuerzo con caña para adobe

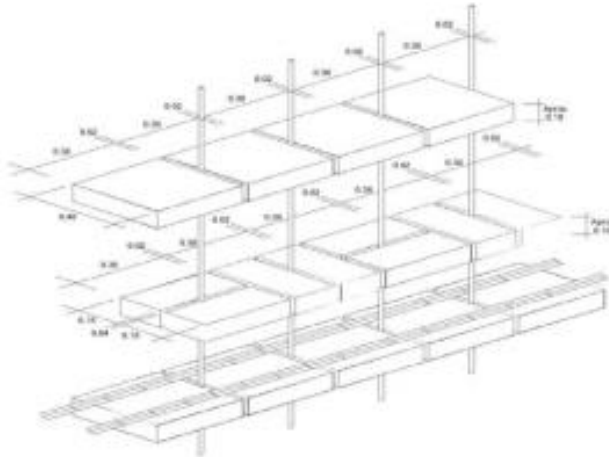
Esquema 1



Nota: Se recomienda colocar refuerzos de cañas (o similares) horizontales cada cuatro hiladas en el tercio inferior de la altura del muro (sea la edificación de 1 o 2 pisos), cada tres hiladas en el tercio central y cada dos hiladas en el tercio superior. Como máximo, cada cuatro hiladas.



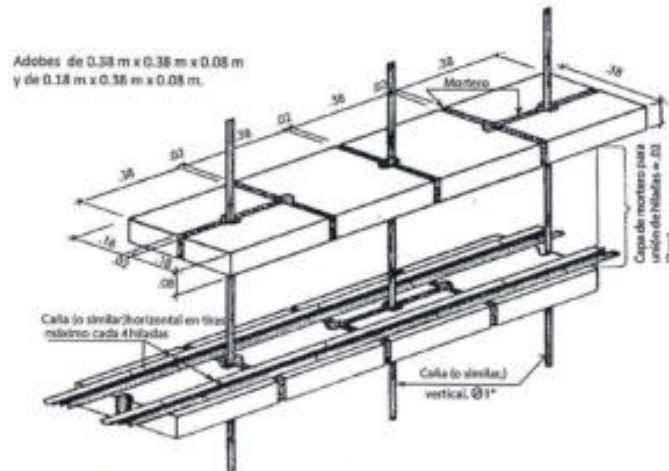
Esquema 2



Para Adobes de 0.38 m x 0.40 m x 0.10 m (aprox.) y de 0.18 m x 0.38 m x 0.10 m. (aprox.)

Nota: Colocar refuerzos de cañas (o similares) horizontales cada cuatro hiladas en el tercio inferior de la altura del muro (sea la edificación de 1 o 2 pisos), cada tres hiladas en el tercio central y cada dos hiladas en el tercio superior. Como máximo, cada cuatro hiladas.

Esquema 3



Nota: Colocar refuerzos de cañas (o similares) horizontales cada cuatro hiladas en el tercio inferior de la altura del muro (sea la edificación de 1 o 2 pisos), cada tres hiladas en el tercio central y cada dos hiladas en el tercio superior. Como máximo, cada cuatro hiladas.

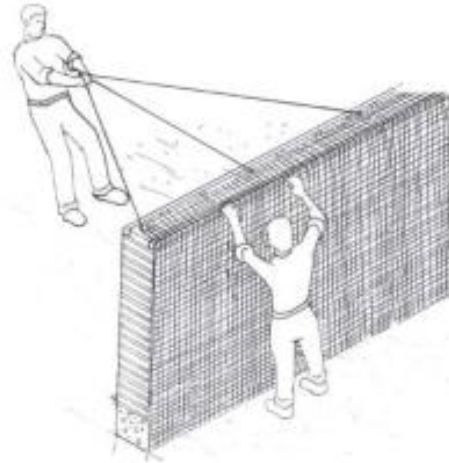
- g) En caso se utilice refuerzo de mallas sintéticas de nudos integrados (geomallas), el refuerzo debe ser externo y embudido en el enlucido. La geomalla, constituida por material sintético, debe reunir las características necesarias para ser usada como refuerzo de edificaciones de tierra, tales como:
- i. Conformación de retícula rectangular o cuadrada, con o sin diagonales interiores, con abertura máxima de 50 mm. y nudos integrados.
 - ii. Capacidad mínima de tracción de 3,5 kN/m, (356.9 kgf/m) en ambas direcciones, para una elongación de 2%.
 - iii. Flexibilidad y durabilidad para su uso como refuerzo embudido en tierra.
 - iv. Consideraciones de uso:
 - * Los muros portantes y no portantes, incluyendo los vanos, deben envolverse con las geomallas, tensándolas uniformemente. Deben conectarse las geomallas de ambas caras de los muros con cuerdas sintéticas, con una separación máxima de 0.30 m.



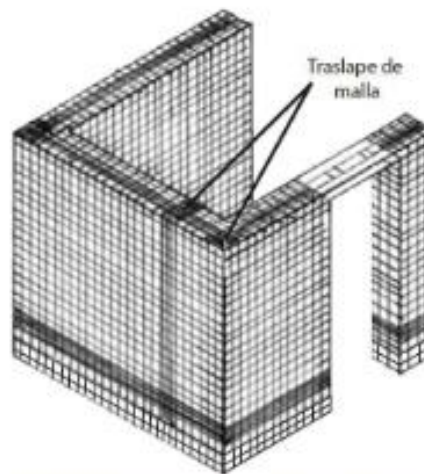
- La geomalla debe estar convenientemente anclada a la base del sobrecimiento y a la viga collar superior.
- El uso de otro tipo de mallas, sólo es permitido si acredita su capacidad sísmorresistente en ensayos cíclicos a escala natural.

Figura 5: Esquema de colocación de refuerzo con geomalla

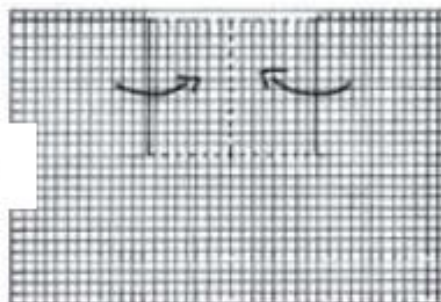
1. Colocación de mallas



2. Traslape de mallas.




3. Cortes de mallas en ventanas o puertas.





ICG

Difundido por:
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia
www.construccion.org / icg@icgmail.org

Síguenos:
 /ConstruccionICG

- h) En caso se utilice refuerzos de dinteles, se deben utilizar dinteles flexibles (por ejemplo, paquetes de caña o madera delgada en rollizos, amarradas por cordones o sogas) y amarrarlos a la viga collar.
- i) En caso se utilice refuerzos con mallas de sogas sintéticas (driza blanca o similar) se debe tener las consideraciones siguientes:
 - I. Utilizar diámetros de sogas sintéticas igual o mayores a 5/32" (3.97 mm), salvo las sogas para unir las mallas de ambas caras del muro, cuyo diámetro debe ser mínimo de 1/8" (3.17 mm).
 - II. Las mallas de refuerzo deben ser externas al muro y embutidas en el enlucido del mismo, lo que también sirve para la consolidación de construcciones existentes.
 - III. Las mallas deben conformarse mediante lazos verticales y horizontales que confinen (envuelvan) el muro. Los lazos de confinamiento vertical deben estar convenientemente anclados a la cimentación y a la viga collar superior.
 - IV. Las mallas de cada cara del muro deben unirse en cada intersección de los lazos según lo indicado en el Anexo N°6, inciso 6.1: Nudos para refuerzos, o mediante un método similar comprobado.
 - V. La separación entre las sogas horizontales debe ser menor a 0.40m en promedio para el tercio inferior a la altura del muro (sea la edificación de uno o dos pisos). Debe ser de 0.30m en promedio para el tercio central y de 0.20m en promedio para el tercio superior (sin coincidir con la junta horizontal). La separación entre las sogas verticales debe ser menor a 0.40m.
 - VI. El refuerzo horizontal debe coincidir con los niveles inferior y superior de los vanos.

6.11 En caso se desee aplicar lineamientos técnicos diferentes a los indicados en el Capítulo II, artículo 6. Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada, se debe sustentar la propuesta mediante métodos racionales y/o experimentales.

Artículo 7.- Sistema estructural para edificaciones de tierra reforzada

El sistema estructural para las edificaciones de tierra debe comprender los componentes siguientes:

7.1 Cimentación

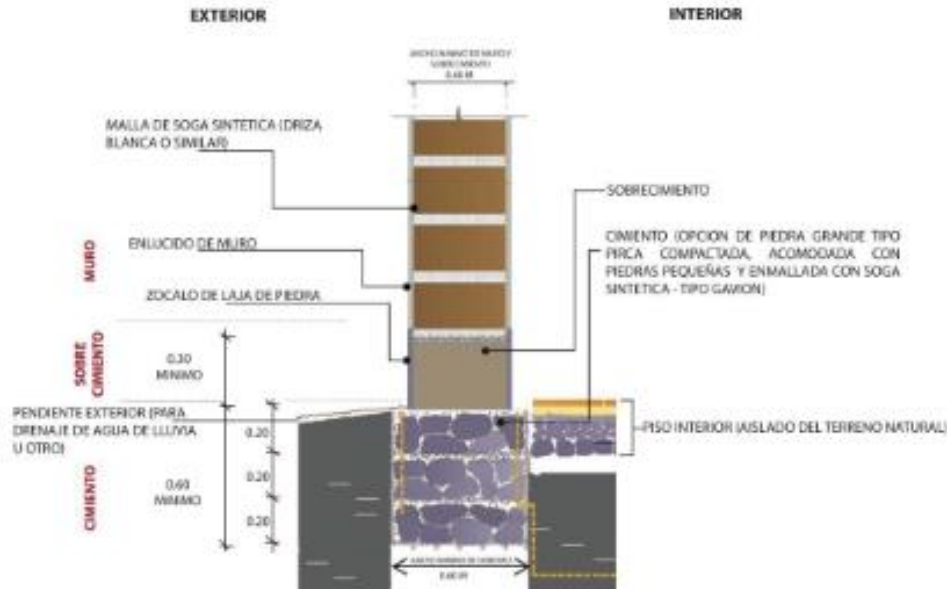
- a) El cimiento debe cumplir dos condiciones:
 - I. Transmitir las cargas hasta un suelo firme de acuerdo a lo indicado por la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.
 - II. Evitar que la humedad ascienda hacia los muros de tierra.
- b) Cumpliendo las condiciones anteriormente mencionadas, todo cimiento debe tener una profundidad mínima de 0.60 m. (medida a partir del terreno natural) y un ancho mínimo de 0.60 m.
- c) Se puede utilizar los tipos de cimentación siguientes:
 - I. Piedra grande tipo pirca compactada, acomodada con piedras pequeñas.
 - II. Concreto Ciclópeo.
 - III. Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa.

7.2 Sobrecimiento

- a) El sobrecimiento debe cumplir dos condiciones:
 - I. Debe transmitir las cargas hasta el cimiento.
 - II. Debe proteger el muro ante la acción de la erosión y la ascensión capilar.
- b) Cumpliendo tales condiciones, todo sobrecimiento debe elevarse sobre el nivel del terreno no menos de 0.30 metros y tener un ancho mínimo de 0.40 metros.
- c) Se pueden utilizar los tipos de sobrecimiento siguientes:
 - I. Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa
 - II. Concreto ciclópeo



Figura 6. Esquema de cimentación



7.3 Muros

Los muros son los elementos más importantes en la resistencia, estabilidad y comportamiento sísmico de la estructura de una edificación de tierra reforzada. El diseño de los muros debe realizarse usando criterios basados en la resistencia, estabilidad y desempeño, complementariamente.

Los tímpanos deben ser del material similar al usado en los techos (madera, caña, fibra vegetal, entre otros) para que sean ligeros, más estables y fácilmente conectables con los techos.

Es posible utilizar muros curvos o muros para plantas poligonales, lo cual podría significar formas de adobe especial; si se usan adobes cuadrados o rectangulares, las juntas verticales no deben exceder de 30 mm en su parte más ancha. En la técnica del tapial se puede utilizar moldes circulares.

- Todos los muros curvos deben ser igualmente reforzados como el caso de los muros rectos y deben tener viga collar superior curva o poligonal.
- Los muros con radios mayores a 3.00 m, se deben considerar como muros rectos para la colocación y distanciamiento de arriostres verticales, así como limitaciones de esbelleces, según lo indicado en la presente Norma.
- Para radios comprendidos entre 1.25 m y 3.00 m, deben existir muros transversales o arriostres verticales cada 12e del muro como máximo (es decir, doce veces el espesor del muro como máximo) y la esbeltez vertical (h/e) no debe ser mayor a 10.
- Los muros con radios menores a 1.25 m, no requieren limitaciones de arriostres verticales.

7.3.1 Criterios para el diseño de muros basado en la resistencia

- El diseño de muros basado en la resistencia, debe considerar el área resistente de muros frente a la fuerza sísmica horizontal en su plano, teniendo en cuenta las consideraciones siguientes:
 - Las construcciones de tierra normalmente no tienen diafragmas horizontales rígidos a nivel de los techos y por tanto los desplazamientos de los muros paralelos son independientes.
 - Calculadas las áreas tributarias asociadas a cada muro, en cada nivel si es el caso, es posible calcular fuerzas horizontales de diseño. Estas no deben sobrepasar los esfuerzos resistentes admisibles de corte en ellos (Ver Capítulo II, artículo 8: Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio).
 - Para estos efectos, al área transversal del muro (largo por espesor), se puede añadir una fracción de los muros transversales o de arriostre, se trate de encuentros en "T" o en "L", en ambos extremos del muro. Esta área adicional no debe ser mayor al 20 % del área del muro.
- El diseño sísmico de muros en la dirección perpendicular a su plano.
 - De acuerdo al número de apoyos de cada muro, que es función de los arriostres verticales, se calcula el esfuerzo de flexión del muro producido por fuerzas sísmicas perpendiculares a su plano considerando



el comportamiento elástico del material tierra. Dichos esfuerzos no deben sobrepasar los esfuerzos admisibles a tracción por flexión (Ver Capítulo II, artículo 8: Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio).

- ii. La viga collar tiene como misión mantener conectados los muros entre sí durante un sismo, pero no debe considerarse como un apoyo para los muros salvo que exista un diafragma de entrepiso de madera o una estructura horizontal especial. Por tanto, en general los muros deben tener dos o tres apoyos, considerando también el piso.

7.3.2 Criterios para el diseño de muros basado en la estabilidad

El diseño de muros basado en la estabilidad, debe respetar los límites de grosor, esbeltez vertical y esbeltez horizontal, altura máxima, distancia entre arriostres verticales, aberturas, indicados en esta norma. Ver Figura 2.

7.3.3 Criterios para el diseño de muros basado en el desempeño

En el diseño de muros basado en el desempeño, debe colocarse refuerzos en las conexiones, viga collar superior, dinteles flexibles, refuerzos ortogonales en muros (Ver Capítulo II, artículo 6, Inciso 6.10).

7.4 Entrepisos y techos

- a) Los techos deben ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros. Además, deben estar adecuadamente fijados a los muros a través de la viga solera.
- b) Deben estar contruidos mediante entramados de madera, caña o fibras vegetales, o tijaerales, o diseñados para resistir las cargas verticales y para transmitir las cargas horizontales (sísmicas) a todos los muros, a través de las vigas collares superiores.
- c) Los tijaerales no deben crear empujes horizontales a los muros. Para evitarlo, debe utilizarse tensores horizontales inferiores.
- d) Se debe lograr que un techo plano actúe como un diafragma rígido añadiéndole elementos diagonales en el plano. Si el techo no es un diafragma rígido, no se le puede considerar apoyo superior de los muros, para el diseño de éstos.
- e) Los techos pueden ser inclinados (una o varias aguas).
- f) En el diseño de los techos se debe considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.
- g) En el caso de utilizar tijaerales, el sistema estructural del techo debe garantizar la estabilidad lateral de los tijaerales.

7.5 Arriostres

Para que un muro se considere arriostreado debe existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de arriostre. Para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos, los elementos de arriostre deben ser horizontales y verticales.

a) Arriostres horizontales

- I. Son elementos o conjunto de elementos que deben poseer una rigidez suficiente en el plano horizontal para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros.
- II. Los elementos de arriostre horizontal más comunes son los pisos y entrepisos de madera con elementos diagonales, se deben diseñar como apoyos del muro arriostreado, considerándose al muro como una losa vertical sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a éste.
- III. Se debe garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deben conformar un sistema continuo e integrado.

b) Arriostres verticales

Los arriostres verticales son muros transversales o contrafuertes especialmente diseñados, que deben tener una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación. Para que un muro o contrafuerte se considere como arriostre vertical debe cumplir con lo indicado en la Figura 2.

7.6 Refuerzos y conexiones

- a) La conexión entre el muro y la cimentación, debe realizarse uniendo las mallas de refuerzo de los muros al sobrecimiento.
- b) La conexión entre el muro y el techo, debe realizarse amarrando los muros y vigas collares con las mallas de refuerzo de los muros y luego clavando o amarrando las vigas collares a las vigas principales o tijaerales del techo.
- c) Los refuerzos deben cumplir lo indicado en el numeral 6.10 del artículo 6.



Artículo 8.- Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio.

5.1 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del material tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos) se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- a) La resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista.
- b) La resistencia última se calcula conforme a la expresión siguiente: $f_c = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$
- c) Los cubos de adobes o muestras de tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.
- d) En el caso del tapial, de no existir muestras secas, se recomienda elaborar muestras comprimidas en moldes de 0.1 x 0.1 x 0.15 m. con 10 golpes de un mazo de 5 kg de peso.

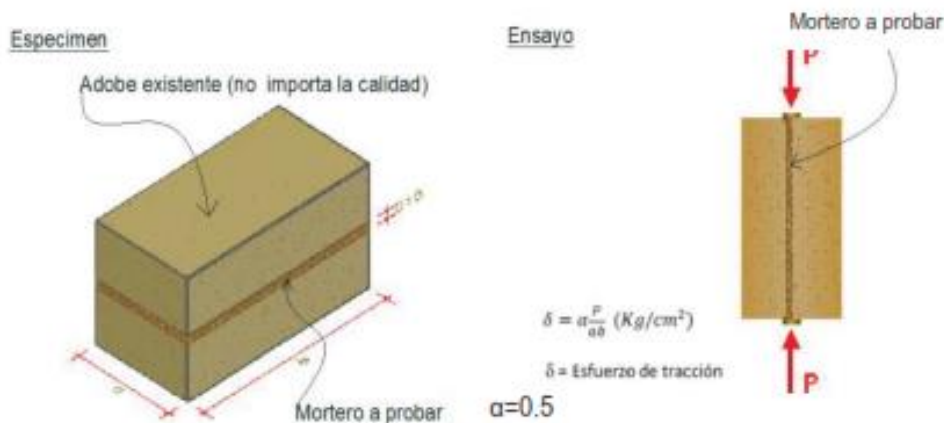
5.2 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del material tierra a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- a) La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción, en cilindros de 6" x 12" o 15.24 cm x 30.48 cm de diámetro y largo.
- b) La resistencia última es de 0.08MPa = 0.81 kgf/cm².
- c) Las muestras deben tener humedad inicial de 20 % a 25 % para control de adobes y 10 % a 15 % para control de tapial, y un secado cubierto de sol y viento de 28 días, debiendo cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

5.3 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del mortero a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- a) La resistencia se debe medir mediante el ensayo de morteros a tracción indirecta, en probetas de dos adobes unidos por mortero de barro con o sin aditivos naturales, sujetos a compresión de manera similar al ensayo brasileño.
- b) La resistencia última es de 0.012 MPa = 0.12 kgf/cm².
- c) Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

Figura 7. Ensayo de resistencia del mortero a la tracción

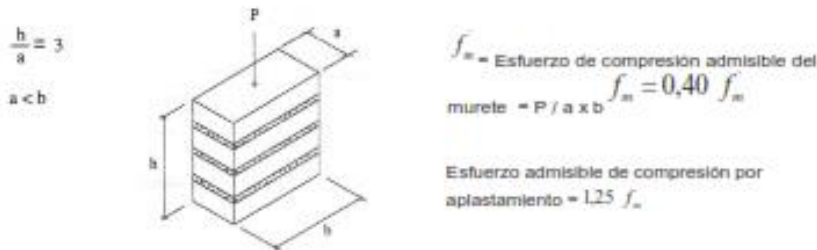


5.4 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la compresión, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- a) La resistencia última es de 0.6 MPa = 6.12 kgf/cm².
- b) El ensayo de compresión en muretes de adobe o tapial de altura igual a tres veces la menor dimensión de la base (aproximadamente).
- c) Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.



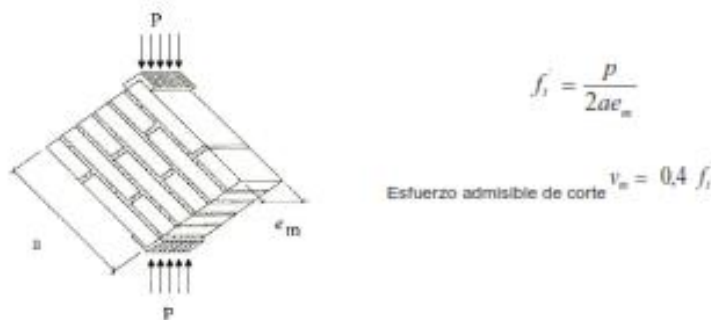
Figura 8. Ensayo de Compresión. Muretes de adobe o tapial



6.5 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la tracción indirecta, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- La resistencia última es de 0.025 MPa = 0.25kgf/cm².
- El ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta de muretes de adobe o tapial de aproximadamente 0,65 m. x 0,65 m. x e_m.
- Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.

Figura 9. Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta



- La resistencia de muros a tracción por flexión, tiene una resistencia última¹ 0.14 MPa = 1.42 kgf/cm².
- Mientras no se cuente con resultados de ensayos experimentales para el módulo de elasticidad de los muros de tierra, se usa el valor de 200 MPa = 2040 kgf/cm².
- Para la resistencia de las cañas, se considera:
 - Guadua: Resistencia última 100 MPa = 1020 kgf/cm².
 - Carrizo o Caña Brava: Resistencia última 40 MPa = 406 kgf/cm².

6.9 Para la resistencia de las sogas sintéticas (drizas), la resistencia última es de 120 MPa = 1200 kgf/cm².

Se debe cumplir que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada. La resistencia se calcula como el cociente entre la fuerza de rotura del ensayo a tracción y el área transversal, considerando el diámetro nominal de la driza. El diámetro nominal es el nombre por el cual se define a la driza.

El valor indicado de la resistencia corresponde a las drizas de color blanco. Se pueden utilizar drizas de otros colores considerando dos drizas de colores para remplazar una driza blanca.

El coeficiente de seguridad de las drizas debe ser de 2.5 para considerar cargas admisibles.

Artículo 9.- Esfuerzos admisibles

Los esfuerzos admisibles se deben calcular tomando un coeficiente de seguridad de 2.5 por variación de calidad en material, calidad de ejecución y evaluación de las cargas. En caso de no realizar los ensayos de laboratorio se considera un coeficiente de seguridad de 3.

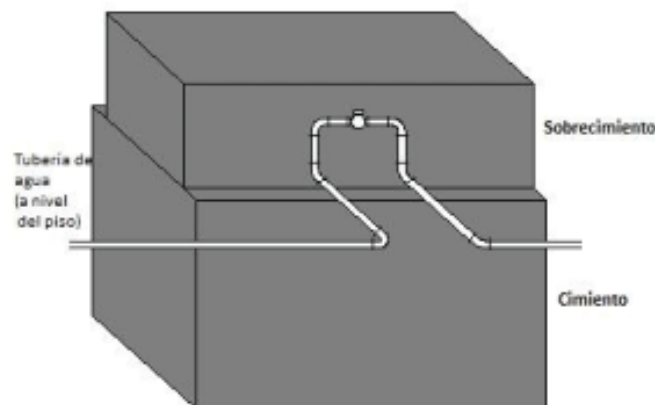
¹ La resistencia última de muros a tracción por flexión no está normalizada para ensayos de laboratorio. Para diseño de muros de tierra a flexión se puede considerar el valor indicado.

**Artículo 10.- Requisitos para las instalaciones eléctricas en edificaciones de tierra reforzada**

- 10.1 En las instalaciones eléctricas al exterior de la edificación, como los postes de soporte en la vía o espacio público deben estar bien cimentados y ser rígidos.
- 10.2 En las instalaciones eléctricas al interior de la edificación, se considera lo siguiente:
- Los cables deben estar protegidos mediante fundas tipo tuberías o canaletas (de madera o material sintético no inflamable).
 - Las tuberías y/o canaletas de los cables no deben estar embutidos en la pared o enlucido. Sólo en los casos de trayectorias verticales en muros, la tubería o canaleta puede quedar a ras, semiembutida entre el enlucido final y la malla de refuerzo si fuera el caso, y ser fácilmente localizable, para evitar accidentes en futuros clavados externos (cuadros, perchas, etc.).
 - Las tuberías, canaletas u otro elemento de la instalación eléctrica no deben fijarse directamente a la pared de tierra sino a vigas o marcos de madera (por ejemplo, a través de clavos o pernos).
 - Los interruptores y los tomacorrientes deben ser exteriores o semiembutidos en los muros (entre el enlucido final y la malla de refuerzo, si fuera el caso), pero deben fijarse en marcos, zócalos o piezas de madera.

Artículo 11.- Requisitos para las instalaciones sanitarias en edificaciones de tierra reforzada

- 11.1 Los ambientes que incluyen instalaciones sanitarias, deben tener pisos inclinados con rejilla colectora y desagüe hacia el exterior.
- 11.2 El muro debe protegerse con zócalos, contra zócalos o similares revestimientos en las partes que puedan humedecerse por salpicar agua producto del uso normal.
- 11.3 Las áreas húmedas de los servicios higiénicos, cocina y lavandería deben estar separadas y aisladas de los muros de tierra reforzada mediante paneles sanitarios (bastidores de madera, caña, ladrillo, piedra u otro material conveniente) enchapados adecuadamente (con tejas planas de madera, piso con baldosas, cortinas o forros impermeables, entre otros).
- 11.4 No deben ubicar instalaciones sanitarias dentro de los muros de tierra. Los tramos horizontales pueden ir empotrados en el piso (primer nivel) o colgados del entrepiso. Los tramos verticales deben ir adosados y aislados del muro. En caso de montantes deben ir en ductos.
- 11.5 Las válvulas deben instalarse en el sobrecimiento, si es necesario éste debe tener mayor altura como se indica en la Figura 10.

Figura 10: Esquema de la posición en la instalación de las válvulas**CAPÍTULO III
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TAPIAL REFORZADO****Artículo 12.- Condiciones de la tierra a utilizar**

Se debe validar las características de la tierra a utilizar para construir con tapial, en el siguiente orden:

- Suficiente presencia de arcilla, mediante las pruebas indicadas en el Anexo N° 1: Prueba "Cinta de barro" y Anexo 2: Prueba "Presencia de Arcilla" o "Resistencia seca".
- Equilibrio de arcilla y arena gruesa, mediante la prueba indicada en el Anexo 4: Prueba de "Control de Fisuras" o "Dosificación con suelo-arena Gruesa".
- Máximo contenido de humedad, mediante la prueba indicada en el Anexo N° 3: Prueba "Contenido de humedad" para la construcción con tapial.



ICG

Difundido por:
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia
www.construccion.org / icg@icgmail.org

Síguenos:

 /ConstruccionICG

- 12.4 En los suelos arcillosos se debe usar paja de aproximadamente 50 mm de largo en proporción de 1 volumen de paja por 5 de tierra, lo que ayuda al control de fisuras y resistencia. Esta proporción debe ser verificada en el inicio de la obra para evitar el rebote del mazo durante la compactación.
- 12.5 Su resistencia debe cumplir lo indicado en el numeral 8.1 u 8.2 del artículo 8.

Artículo 13.- Unidades de tapial y encofrado

Las unidades de tapial deben tener las siguientes dimensiones: ancho mínimo: 0.40 m., altura máxima: 0.60 m, longitud máxima: 1.50 m y el espesor mínimo de la madera de encofrado debe ser de 20 mm, con refuerzos exteriores horizontales y verticales, para evitar deformaciones excesivas.

Artículo 14.- Fabricación de la unidad de tapial

Cada unidad de tapial se debe fabricar en capas de tierra de 0.15 m. de altura máxima, compactándolas hasta llegar a una altura de 0.10 m. aproximadamente (por cada capa), siguiendo el procedimiento siguiente:

- a) La compactación se realiza con un mazo de madera de alrededor de 10 kgf.
- b) Una vez finalizada la compactación de todas las capas que conforman la unidad de tapial, ésta se debe picar en la cara superior de la última capa (superficie endurecida) un máximo de 0.01 m (un centímetro) e inmediatamente se debe de humedecer la misma antes de empezar con el vertido de la primera capa de tierra de la siguiente unidad de tapial.
- c) Las juntas de avance de las unidades para conformar las hiladas deben realizarse inclinadas (pendiente cercana a 45° según lo indicado en el Anexo N° 5: Recomendaciones para las juntas de avance en la técnica del tapial reforzado).

Artículo 15.- Protección de las hiladas de tapial

Para proteger las hiladas de tapial, se toman las consideraciones siguientes:

- 15.1 Es necesario un secado lento para evitar la fisuración.
- 15.2 Se recomienda retirar los encofrados de cada hilada luego de siete días de haber finalizado todo el apisonado (no menor a tres días).
- 15.3 Cubrir la hilada en trabajo y la hilada anterior con paños húmedos (yute o similares) al menos por siete días adicionales.
- 15.4 Las hiladas finalizadas, deben protegerse de la exposición directa a los rayos del sol y del viento (por ejemplo, mediante castillos temporales de esteras o mantas), para un secado lento, manteniendo la humedad y evitando el agrietamiento.
- 15.5 No se debe construir en época de lluvia.

Artículo 16.- Reforzamiento

Las edificaciones de Tapial reforzado deben cumplir con lo indicado en el artículo 6 de la presente Norma.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE ADOBE REFORZADO

Artículo 17.- Condiciones de la tierra a utilizar

- 17.1 Una vez comprobada la presencia de arcilla de un suelo mediante la prueba "Cinta de barro" (ver Anexo N°1) y la prueba "Presencia de arcilla" o "Resistencia seca" (ver Anexo N°2), es necesario equilibrarla u optimizarla para que se controlen o eviten las fisuras de secado y se mejore la resistencia seca. Su resistencia debe cumplir lo indicado en los numerales 8.1 o 8.2 y 8.3 del artículo 8.
- 17.2 Con el control de fisuras mediante la adición de paja, se controla el agrietamiento del adobe y del mortero durante el secado con paja o fibras similares.
- 17.3 En ausencia de paja, para el control del agrietamiento se debe utilizar arena gruesa. Para verificar la combinación de arcilla y arena gruesa se realiza la prueba indicada en el Anexo N° 4: Prueba de "Control de fisuras" o "Dosificación suelo-arena gruesa".
- 17.4 Es importante controlar adecuadamente el contenido de humedad, para evitar o disminuir las fisuras de secado. En general, debe utilizarse la menor cantidad de agua que logre activar la arcilla existente, para alcanzar la máxima resistencia seca de los muros.
- 17.5 La cantidad de agua requerida para moldear las unidades de adobe, no debe pasar del 20% respecto al peso del contenido seco.

Artículo 18.- Calidad, preparación, formas y dimensiones del adobe

- 18.1 Debe recurrirse a las pruebas de campo para confirmar la presencia suficiente de arcilla y conocer la combinación adecuada de arcilla y arena gruesa realizando lo indicado en los Anexos N°s. 1, 2 y 4 de la presente Norma.



- 18.2 Se debe cernir la tierra antes de preparar el barro y luego someterla a un proceso de hidratación sostenida por lo menos 48 horas (Ver definición de dormido en el numeral 12 del artículo 3 de la presente Norma).
- 18.3 El secado del bloque de adobe debe ser lento, para lo cual se realiza sobre tendales protegidos del sol y del viento. Sobre el tendal (que no debe ser de pasto, ni empedrado, ni de cemento) se debe espolvorear arena fina para eliminar restricciones durante el encogimiento de secado.
- 18.4 El bloque de adobe terminado debe estar libre de materias extrañas, grietas u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.
- 18.5 El bloque de adobe puede ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros, de formas especiales, pueden tener ángulos diferentes de 90°.
- 18.6 El bloque de adobe cuadrado no debe sobrepasar los 0.40 m. de lado, por razones de peso.
- 18.7 El bloque de adobe rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho.
- 18.8 La altura del bloque de adobe debe medir entre 0.05 m y 0.12 m.

Artículo 19.- Calidad, preparación y espesor del mortero.

- 19.1 Se deben remojar los bloques de adobes antes de asentarlos, durante 15 a 30 segundos.
- 19.2 La humedad del mortero no debe pasar el 20 %, para evitar el agrietamiento. La cantidad de agua es la menor posible para disminuir las probabilidades de agrietamiento.
- 19.3 La proporción entre paja cortada y tierra en volumen puede variar entre 1:1 y 1:2.
- 19.4 Si la paja es escasa, se debe usar arena gruesa. La proporción a utilizar se debe hacer de acuerdo a la prueba de campo indicada en el Anexo N° 4: Prueba de "Control de Fisuras" o "Dosificaciones suelo-arena gruesa".
- 19.5 El espesor de los morteros pueden variar de 5 mm a 20 mm. Solo para el tipo de muro indicado en el Esquema 1 de la Figura 4 puede utilizarse un espesor de 40 mm según se muestra en el aparejo correspondiente. Para muros curvos, ver numeral 7.3 del artículo 7 de la presente Norma.
- 19.6 Se debe evitar el secado violento de la albañilería mediante la protección del sol y del viento.
- 19.7 Se debe evitar que el muro se divida en dos por juntas verticales continuas, sean estas longitudinales o transversales.

Artículo 20.- Reforzamiento

Las edificaciones de adobe reforzado deben cumplir con lo indicado en el artículo 6 de la presente Norma.

CAPÍTULO V OBRAS PATRIMONIALES DE TIERRA

Artículo 21.- Consideraciones para la intervención técnica en una obra patrimonial de tierra.

Los trabajos de restauración, recuperación, rehabilitación, protección, reforzamiento y/o mejoramiento de bienes inmuebles integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación construidos con tierra, deben incluirse en un Plan de Intervención, el cual desarrolla soluciones técnicas, que cumplan con las siguientes consideraciones:

- 21.1 Garanticen la vida de los ocupantes y protejan los bienes culturales existentes en su interior.
- 21.2 Aumenten la durabilidad de la construcción tradicional aplicando tecnología moderna y diseños basados en el desempeño (refuerzos).
- 21.3 Mantengan las técnicas y los materiales tradicionales de mayor valor, hasta donde sean adecuados, destacando su valor científico e histórico.
- 21.4 Conserven la autenticidad cultural original limitando la intervención al mínimo necesario.
- 21.5 Utilicen refuerzos compatibles y reversibles para preservar los materiales originales según las condiciones climáticas y que no perjudiquen el material original durante la ocurrencia de sismos (golpeándolos, agrietándolos o deformándolos, por diferencia de dureza o rigidez).
- 21.6 Permitan trabajos de mantenimiento y conservación futura.
- 21.7 Conserven la documentación técnica sobre las intervenciones, a cargo de las entidades competentes para facilitar el acceso al archivo sobre los trabajos de intervención realizadas.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Prueba "Cinta de barro"

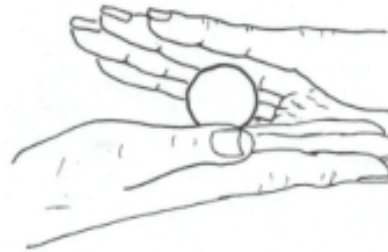
Para tener una primera evaluación de la existencia de arcilla en un suelo se puede realizar la prueba "Cinta de barro" (en un tiempo aproximado de 10 minutos).

Utilizando una muestra de barro con una humedad que permita hacer un cilindro de 12 mm de diámetro, colocado en una mano, aplanar poco a poco entre los dedos pulgar e índice, formando una cinta de 4 mm de espesor y dejándola descolgar lo más que se pueda. Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud, el suelo es muy arcilloso. Si se corta a los 10 cm o menos, el suelo tiene poco contenido de arcilla.



ANEXO N° 2. Prueba "Presencia de arcilla" o "Resistencia seca"

- 2.1. Formar cuatro bolitas con tierra de la zona. Utilizar la tierra de la zona que se considera apropiada para emplearla como material de construcción y agregarle una mínima cantidad de agua para hacer cuatro bolitas (ver imagen adjunta). La cantidad de agua es la mínima necesaria para formar sobre las palmas de las manos cada una de las bolitas, sin que éstas se deformen significativamente a simple vista, al secarse.



- 2.2. Dejar secar las cuatro bolitas.
Las cuatro bolitas deben dejarse secar por 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen por lluvias, derrames de agua, etc.

- 2.3. Presionar las cuatro bolitas secas.
Una vez transcurrido el tiempo de secado, se debe presionar fuertemente cada una de las bolitas con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano (ver imagen adjunta). En caso que luego de la prueba, se quelebre, rompa o agriete al menos una sola bolita se debe volver a formar cuatro bolitas con los mismos materiales y dejando secar en las mismas condiciones anteriores.



La prueba debe ser realizada por un adulto que participe en la construcción.

- 2.4. Luego del tiempo de secado, se debe repetir la prueba.
Si se vuelve a romper, quebrar o agrietar, se debe desechar la cantera de suelo donde se ha obtenido la tierra. Salvo que se mezcle con arcilla o suelo muy arcilloso.
En caso, que luego de la prueba no se rompa, no se quelebre o no se agriete ninguna de las cuatro bolitas, dicha cantera puede utilizarse como material de construcción.

ANEXO N° 3. Prueba "Contenido de humedad" para la construcción con tapial.

- 3.1. Formar una bola con tierra de la zona del tamaño de un puño y comprimirla fuertemente. Soltarla a un suelo firme y plano desde una altura de 1.10 m.
3.2. Si la bola se desintegra en el piso, el suelo es demasiado seco.
3.3. Si la bola de tierra se rompe en 5 pedazos o más, el contenido de humedad es correcto.
3.4. Si la bola se aplasta sin desintegrarse, el contenido de humedad es demasiado alto.

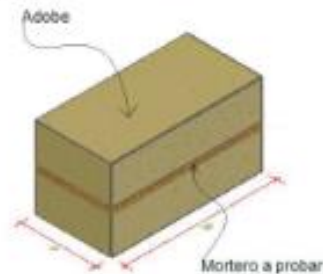




ANEXO Nº 4. Prueba de "Control de fisuras" o "Dosificación suelo - arena gruesa"

- 4.1 Se preparan especímenes de prueba (emparedados de dos adobes existentes unidos por morteros nuevos).
Los morteros deben tener la mínima cantidad de agua necesaria para una mezcla trabajable.
- 4.2 En la preparación de los diferentes especímenes, el mortero va aumentando la cantidad de arena gruesa en cada muestra y la cantidad de agua necesaria, empezando por una proporción de una (01) parte de suelo y cero (0) partes de arena gruesa, es decir, una proporción 1:0.

Especimen

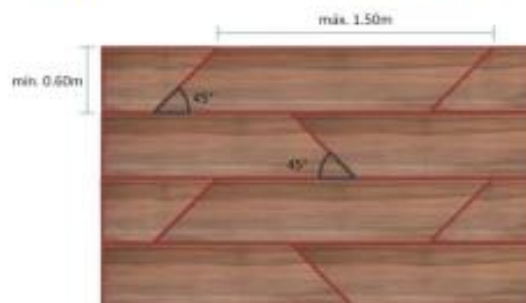


- 4.3 Para el segundo espécimen, una parte de suelo y $\frac{1}{2}$ parte de arena gruesa, es decir, una proporción de 1: $\frac{1}{2}$.
- 4.4 En el siguiente espécimen, una parte de suelo y otra de arena gruesa, es decir, 1: 1, y así sucesivamente hasta la proporción 1: 3.
- 4.5 Luego de secarlos por 48 horas, se abren los especímenes en el mismo orden, para observar el agrietamiento del mortero.
- 4.6 Para la albañilería de adobe, la proporción óptima es la que corresponde al espécimen que no presente fisuras visibles.
- 4.7 Si el suelo, teniendo suficiente presencia de arcilla, no muestra fisuras en ningún espécimen, significa que no requiere añadirle arena gruesa, porque ya está equilibrado.

ANEXO Nº 5

RECOMENDACIONES PARA LAS JUNTAS DE AVANCE EN LA TÉCNICA DEL TAPIAL REFORZADO

Imagen que muestra las juntas de avance, inclinadas a 45° aproximadamente. Esta solución evita el uso de la tapa terminal y adelgaza la junta de llenado por acción de la gravedad.



ANEXO Nº 6

RECOMENDACIONES PARA EL AJUSTE DE LAZOS VERTICALES Y HORIZONTALES PARA LOS REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

6.1 NUDOS PARA REFUERZOS

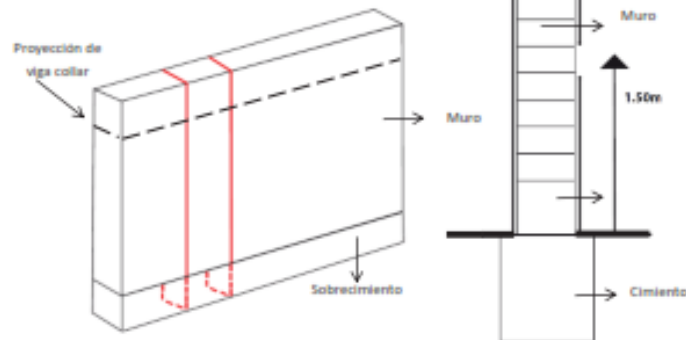




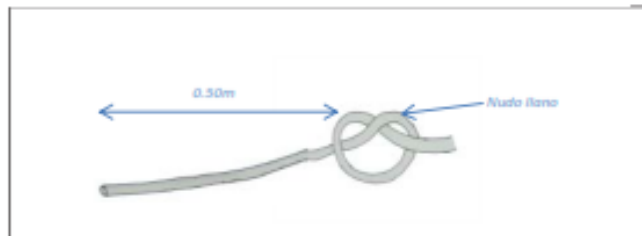
6.2 RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL AJUSTE DE LAZOS VERTICALES Y HORIZONTALES PARA LOS REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

Debe envolverse el muro mediante lazos verticales. Cada lazo vertical debe pasar por el fondo o base del sobrecimiento y sobre la viga collar. Tensar y anudar. Conviene que cada lazo vertical pase por la junta (mortero) vertical. Ambos extremos de la sogá sintética se amarran.

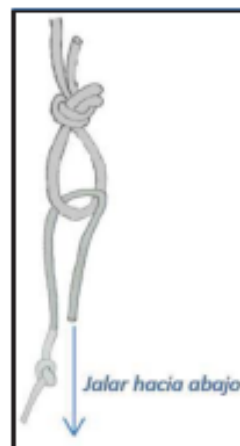
- a) Luego del llenado del cimiento (antes de construir el sobrecimiento) se deja la driza. La misma driza se pasa por encima de la viga collar para encontrarse ambos extremos de la driza a 1.50 m del suelo aproximadamente.



- b) Con la punta de la driza superior (que cuelga) debe hacerse una U y formar un nudo de dos cordones para crear un lazo, de la forma que se muestra en, Anexo N° 6, inciso 6.2, literal d).
- c) En la driza inferior debe hacerse un nudo llano a 0.50 m de su extremo.



- d) La driza inferior se pasa a través del lazo superior y se jala hacia abajo, ayudándose con el propio peso del operario.





- e) Mantener la tensión con la mano más hábil y con la otra mano apretar el lazo contra el muro donde la driza inferior pasa por el lazo.

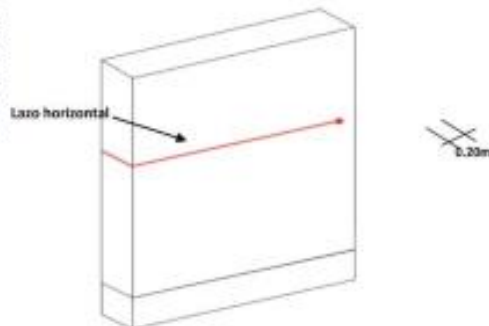


- f) Finalmente, con la mano hábil hacer tres (03) nudos llanos debajo del nudo hecho en el literal c) numeral 6.2 del Anexo N° 6, y soltar.

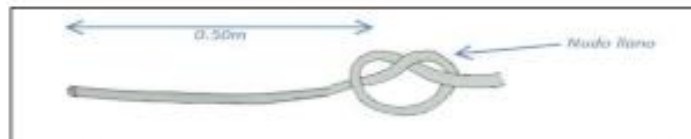
6.3 AJUSTE HORIZONTAL PARA REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

Luego de haber tensado y anudado cada una de las drizas verticales del muro, debe envolverse el mismo muro mediante lazos horizontales. Cada lazo horizontal debe pasar por un orificio realizado al muro o contrafuerte perpendicular a este. En caso que existan vanos, los lazos deben envolver el muro por los derrames de dichos vanos. Tensar y anudar ambos extremos. Cada lazo horizontal debe pasar por la mitad de cada adobe (no por la junta horizontal).

- a) La driza rodea el muro horizontalmente (para ello, en las esquinas debe perforarse el muro transversal o contrafuerte perpendicular a este con un taladro para poder pasar las drizas y hacer un lazo en unos de los extremos y acercarlo a 0,20 m a uno de los bordes (aristas) del muro.

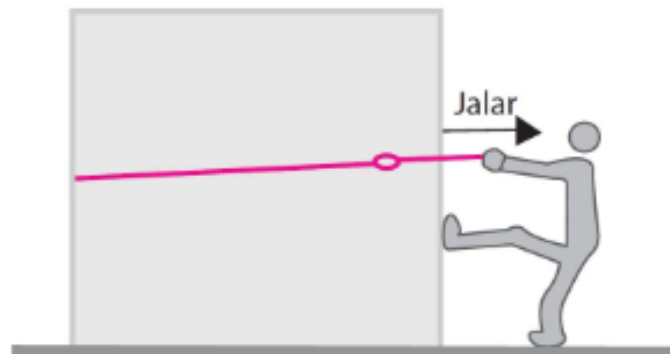


- b) Realizar en el otro extremo un nudo llano a 0,50 m de su extremo.

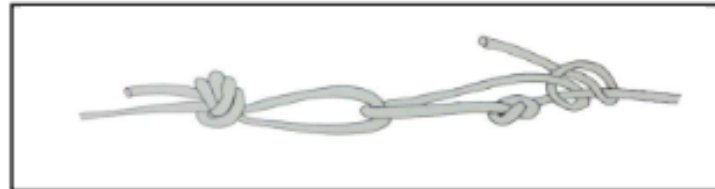


- c) Pasar la driza con nudo a través del lazo y ejercer tensión, pudiendo apoyarse con un pie en el muro.





- d) Mantener la tensión con la mano más hábil y con la otra mano apretar el lazo contra el muro donde la driza pasa por el lazo.

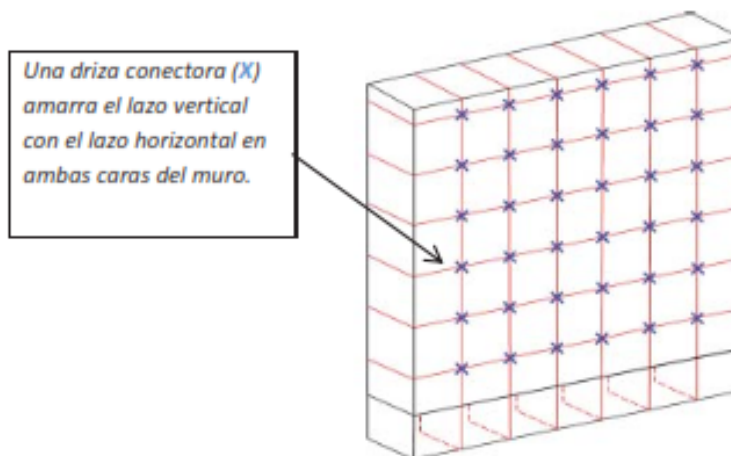


- e) Finalmente, con la mano hábil hacer tres (03) nudos llanos debajo del nudo hecho en el Anexo 6, Inciso 6.3, literal c) y soltar.

6.4 AMARRE DE LAZOS VERTICALES CON LAZOS HORIZONTALES Y UNIÓN DE MALLAS.

Los lazos verticales y los lazos horizontales forman mallas en ambas caras del muro. Ambas mallas deben unirse utilizando drizas "conectoras" (que crucen el muro).

- En una cara del muro amarrar con la driza "conectora" la intersección formada por el lazo vertical con el lazo horizontal.
- Perforar el muro con un taladro para cruzar la driza "conectora" de manera que dicha driza también amarre la intersección formada por el lazo vertical con el lazo horizontal, de la otra cara del muro.
- Repetir el procedimiento con cada intersección formada por el lazo vertical con el lazo horizontal. Las mallas de cada cara del muro deben estar unidas por drizas conectoras.
- Una vez que se encuentren amarradas las mallas de ambas caras del muro, aplicar el revestimiento de barro con paja.



ANEXO 04: Certificados de ensayos realizados



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA: DISEÑO DE ADOBE ESTABILIZADO CON MUCILAGO, PARA USO DE MUROS EN VIVIENDAS DE LAS COMUNIDADES DEL DISTRITO DE HUARI – 2022.

MUESTRA: CANTERA

TESISTA: HOMERO JAVIER, MONTALVO PAJUELO

UBICACIÓN: HUANCHAC

FECHA: 13/02/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial = 500 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción = 271.2 Grs
2"	50.000						Grava = 1.50 %
1 1/2"	37.500						Arene = 85.44 %
1"	25.000						Fine = 11.96 %
3/4"	19.000						W natural = 2.23 %
1/2"	12.500		0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	2.00	0.40	0.40	99.60		L.L. = 23.26 %
No. 60	4.750	5.00	1.20	1.60	98.40		L.P. = 18.88 %
No. 10	2.000	17.00	6.17	7.77	92.23		I.P. = 4.38 %
No. 20	0.840	24.00	8.71	16.48	83.52		Cu = 0
No. 40	0.425	3.00	3.27	19.75	80.25		Cc = 0
No. 100	0.150	60.00	21.77	41.52	58.48		CLASIFICACION
No. 200	0.075	126.20	46.52	88.04	11.96		SUCS = SP-SC
<No. 200		33.00	11.97	100.00			AASHTO = A-2-4(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

Gerente General
Gerente William Pan Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 82923

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: gruopotikari@gmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:
GEOCALI & CONS
Consultores y Contratación Centralizada

RUC.: 20605082310

TESIS: DISEÑO DE ADOBE ESTABILIZADO CON MUCILAGO, PARA USO DE MUROS EN VIVIENDAS DE LAS COMUNIDADES DEL DISTRITO DE HUARI – 2022

SOLICITANTE: HOMERO JAVIER, MONTALVO PAJUELO

FECHA: 13/02/2023

Nº	Código	Fecha Moldeo	Estructura	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Presencia de roturas (SI/NO)	Díámetro (cm)	Caras (KN)	Caras (kg)	Area (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)
0.0% MUCILAGO DE LINAZA											
7	M-7	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	11.99	1222.6	100.00	12.2
8	M-8	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	12.05	1228.7	100.00	12.3
9	M-9	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	11.56	1178.8	100.00	11.8
10	M-10	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	10.86	1106.4	100.00	11.1
11	M-11	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	11.71	1194.1	100.00	11.9
12	M-12	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	11.78	1202.2	100.00	12.0

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Muestras elaboradas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

[Firma]
Bach. Ing. Andres Lucio Puma
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECHIA
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
DNI. 75320084



[Firma]
Ing. Wilder Colquebranca Curo
Esp. Geotecnica y Mecánica de Suelos
CIP-Nº 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:
GEOCALI & CONS
Consultores y Contratistas Especializados

RUC.: 20605082310

TESIS: DISEÑO DE ADOBE ESTABILIZADO CON MUCILAGO, PARA USO DE MUROS EN VIVIENDAS DE LAS COMUNIDADES DEL DISTRITO DE HUARI – 2022

SOLICITANTE: HOMERO JAVIER, MONTALVO PAJUELO


FECHA: 13/02/2023

N°	Código	Fecha Muestreo	Estructura	Fecha de Rotura	Edad Días	Presencia defectos (S/No)	Diámetro cm	Carga Kc.	Carga Kg.	Área cm ²	Resistencia Kg/cm ²
3.00 % MUCILAGO DE LINAZA											
13.	M-13	20-may-22	Cubo de adobe 15cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	12.25	1248.1	100.00	12.5
14.	M-14	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	13.33	1359.3	100.00	13.6
16.	M-15	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	11.80	1203.2	100.00	12.0
18.	M-16	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	13.52	1378.8	100.00	13.8
17.	M-17	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	13.20	1346.0	100.00	13.5
18.	M-18	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	13.58	1385.8	100.00	13.9

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Muestras elaboradas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo


Bach. Ing. Andros Lucio
TÉCNICO DE LABORATORIO DE
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
DNI. 75320007


Ing. Wilder Colquechunqui
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos
CIP. N° 209171

Grupo:
GEOCALI & CONS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:
GEOSALTI & CONS
Consultores y Contratistas Geotécnicos

RUC.: 20605082310

TESIS: DISEÑO DE ADOBE ESTABILIZADO CON MUCILAGO, PARA USO DE MUROS EN VIVIENDAS DE LAS COMUNIDADES DEL DISTRITO DE HUARI – 2022

SOLICITANTE: HOMERO JAVIER, MONTALVO PAJUELO

FECHA: 13/02/2023

N°	Código	Fecha Moldeo	Estructura	Fecha de Rotura	Edad Días	Presencia defectos (SI-No)	Diámetro cm	Carga KN	Carga kg	Área cm ²	Resistencia kg/cm ²
10% MUCILAGO DE LINAZA											
19	M-19	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	16.84	1717.2	100.00	17.2
20	M-20	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	15.29	1630.5	100.00	16.3
21	M-21	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	16.61	1693.7	100.00	16.6
22	M-22	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	16.23	1653.0	100.00	16.5
23	M-23	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	17.52	1786.5	100.00	17.6
24	M-24	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	17.25	1762.0	100.00	17.6

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Muestras elaboradas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzos

Grupo:
GEOSALTI & CONS
Bach. Ing. Andres Luque Puma
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNICO
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
DNI. 75320304



Ing. Walter Colquhuanca Curo
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**
Consultores y Contratistas Geotécnicos

RUC.: 20605082310

TESIS: DISEÑO DE ADOBE ESTABILIZADO CON MUCILAGO, PARA USO DE MUROS EN VIVIENDAS DE LAS COMUNIDADES DEL DISTRITO DE HUARI – 2022

SOLICITANTE: HOMERO JAVIER, MONTALVO PAJUELO

FECHA: 13/02/2023

N°	Código	Fecha Moldeo	Estructura	Fecha de Rotura	Edad Días	Presenta defectos (SI-NO)	Diámetro cm	Carga KM	Carga kg	Área cm ²	Resistencia kg/cm ²
17. MUCILAGO DE LINAZA											
25	M-25	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	18.99	1936.4	100.00	19.4
26	M-26	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	19.23	1960.9	100.00	19.6
27	M-27	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	19.27	1965.0	100.00	19.6
28	M-28	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	17.89	1824.2	100.00	18.2
29	M-29	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	19.09	1946.6	100.00	19.5
30	M-30	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	18.50	1886.4	100.00	18.9

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Muestras elaboradas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo


 Bach. Ing. Andras Luque Puma
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNICO
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
 DNI. 75320964


 Ing. Wilder Catuquibanba Curo
 Exp. Geotecnia y Mecanica de Suelos
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

TESIS: DISEÑO DE ADOBE ESTABILIZADO CON MUDILAGO, PARA USO DE MUROS EN VIVIENDAS DE LAS COMUNIDADES DEL DISTRITO DE HUARI - 2022
SOLICITANTE: HOMERO JAVIER MONTALVO PAJUELO

FECHA: 13/02/2023

ABSORCION

$$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A = Peso de adobe seco
B = Peso de adobe saturado

adobe 1

A = 3683
B = 4468

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
1	Adobe con 0% de mudilago de traza 25 X 13 X 8	17/05/2022	2392.00	21.31

ABSORCION

$$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A = Peso de adobe seco
B = Peso de adobe saturado

adobe 1

A = 3701
B = 4478

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
2	Adobe con 0% de mudilago de traza 25 X 13 X 8	17/05/2022	2392.00	20.99

ABSORCION

$$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A = Peso de adobe seco
B = Peso de adobe saturado

adobe 1

A = 3810
B = 4384

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
3	Adobe con 0% de mudilago de traza 25 X 13 X 8	17/05/2022	2392.00	21.44

OBSERVACIONES:
_ LOS ADOBES FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE

Andrés Luján Puma
Rach. Ing. Andrés Luján Puma
REGISTRO DE LABORATORIO GEOTECNIA
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
D.N.I. 70320204

Wilder Colquhuanca Curo
Ing. Wilder Colquhuanca Curo
EAB Geotecnia y Mecánica de Suelos
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

TESIS: DISEÑO DE ADOBE ESTABILIZADO CON MUCILAGO, PARA USO DE MUROS EN VIVIENDAS DE LAS COMUNIDADES DEL DISTRITO DE HUARI - 2022
SOLICITANTE: HOMERO JAVIER MONTALVO PAJUELO

FECHA: 13/02/2023

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = Peso de adobe seco B = Peso de adobe saturado

adobe 1	
A =	3073
B =	3642

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
1	Adobe con 3% de mucilago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	18.52

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = Peso de adobe seco B = Peso de adobe saturado

adobe 1	
A =	2925
B =	3459

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
2	Adobe con 3% de mucilago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	18.26

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = Peso de adobe seco B = Peso de adobe saturado

adobe 1	
A =	3125
B =	3692

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
3	Adobe con 3% de mucilago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	18.14

OBSERVACIONES:

LOS ADOBES FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE

Bach. Ing. Andres Lloque Puma
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuancu C. Iru
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

TESIS: DISEÑO DE ADOBE ESTABILIZADO CON M.C.L.A.G.O, PARA USO DE MUROS EN VIVIENDAS DE LAS COMUNIDADES DEL DISTRITO DE HUARI - 2022

SOLICITANTE: HOMERO JAMER, MONTALVO PAJUELO

FECHA: 13/02/2023

ABSORCION

$$a = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A= Peso de adobe seco
B= Peso de adobe saturado

adobe 1

A= 3288
B= 3701

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS
1	Adobe con 12% de mortajo de brasa 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	12.19

ABSORCION

$$a = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A= Peso de adobe seco
B= Peso de adobe saturado

adobe 1

A= 3362
B= 3785

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS
2	Adobe con 12% de mortajo de brasa 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	12.58

ABSORCION

$$a = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A= Peso de adobe seco
B= Peso de adobe saturado

adobe 1

A= 3140
B= 3545

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS
3	Adobe con 12% de mortajo de brasa 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	12.90

OBSERVACIONES:
_LOS ADOBES FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE!

Andres Luque Puma
Bach. Ing. Andres Luque Puma
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
DNI. 75320964

Wilder Cordero
Ing. Wilder Cordero Curo
Eg. Geotecnia y Mecanica de Suelos
CIP. Nº 209171



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-006-2022

Pág. 2 de 3

Método de calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA: 1000.0 kN Resolución: 0.10 kN Dirección de la carga: Ascendente
 101.972 kgf 10 kgf Factor de conversión: 0.0098 kN/kgf

Indicación de la máquina			Indicaciones del instrumento patrón				
(F _i)			0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
%	kN	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	100.00	10.197	103.3	102.2	No aplica	102.0	No aplica
20	200.00	20.394	206.6	206.1	No aplica	205.9	No aplica
30	300.00	30.591	310.4	309.5	No aplica	309.4	No aplica
40	399.99	40.788	413.8	412.9	No aplica	412.8	No aplica
50	499.99	50.985	516.1	514.8	No aplica	515.0	No aplica
60	599.99	61.182	618.4	617.2	No aplica	617.5	No aplica
70	699.99	71.379	720.6	722.7	No aplica	719.9	No aplica
80	799.99	81.576	822.9	822.6	No aplica	822.2	No aplica
90	899.99	91.773	921.0	920.7	No aplica	920.4	No aplica
100	999.98	101.970	1019.2	1018.7	No aplica	1018.6	No aplica
Indicación después de carga			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA: 1000.00 kN Incertidumbre del patrón: 0.086 %

Indicación de la máquina			Cálculo de errores relativos				Resolución
(F _i)			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
%	kN	kgf	q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	100.00	10.197	-2.43	1.31	No aplica	No aplica	0.10
20	200.00	20.394	-3.01	0.31	No aplica	No aplica	0.05
30	300.00	30.591	-3.15	0.32	No aplica	No aplica	0.03
40	399.99	40.788	-3.19	0.23	No aplica	No aplica	0.02
50	499.99	50.985	-2.97	0.26	No aplica	No aplica	0.02
60	599.99	61.182	-2.87	0.20	No aplica	No aplica	0.02
70	699.99	71.379	-2.92	0.39	No aplica	No aplica	0.01
80	799.99	81.576	-2.74	0.08	No aplica	No aplica	0.01
90	899.99	91.773	-2.25	0.07	No aplica	No aplica	0.01
100	999.98	101.970	-1.85	0.06	No aplica	No aplica	0.01
Error de cero fo (%)			0.000	0.000	0.000	No aplica	Err máx (0) = 000

FIRMAS AUTORIZADAS

Luigi Aserjo
 Jefe de Metrología
 Luigi Aserjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343
 961 739 849
 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
 ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com

ANEXO 05: Aspectos Administrativos

Recursos y presupuestos

Presupuesto desembolsable			
(Estudiante)			
Categoría	Base	% o Número	Total (S/.)
Suministros (*)			
· Impresiones	0.14	450	63
· Fotocopias	0.1	250	25
· Empastado	50	1	50
· Papel bond A-4 (500 hojas)	1	10	10
· Lapiceros	0.5	100	50
· Internet	89	100	89
· Teléfono	350	100	350
Servicios			
· Uso de Turnitin	50	2	100
Sub total	540.74	1013	737
Gastos de viaje			
· Pasajes para recolectar información	7	10	70
Sub total	7	10	70
Total, de presupuesto desembolsable	547.74	1023	807
Presupuesto no desembolsable			
(Universidad)			
Categoría	Base	% ó Número	Total (S/.)
Servicios			
· Uso de Internet (Laboratorio de Aprendizaje Digital - LAD)	30	4	120
· Búsqueda de información en base de datos	35	2	70
· Soporte informático (Módulo de Investigación del ERP University - MOIC)	40	4	160
· Publicación de artículo en repositorio institucional	50	1	50
Sub total	155	11	400
Recurso humano			
· Asesoría personalizada (5 horas por semana)	63	4	252
Sub total	63	4	252
Total, de presupuesto no desembolsable	218	15	652
Total (S/.)	326.74	838	1020

MUROS DE ADOBES CONVENCIONALES EN APAREJO DE CABEZA						
Rendimiento	m2/DIA	5.0000	EQ.	5.0	C.U directo por : m2	S/. 72.71
					horas al día	8
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
	OFICIAL	hh	1.0	1.600	10.74	17.18
	PEON	hh	1.0	1.600	9.62	15.39
						32.58
	Materiales					
	TIERRA DE CHACRA	kg		80.000	0.04	3.33
	ADOBE CONVENCIONAL.40 X .20	unidad		28.674	1.24	35.59
	AGUA	m ³		0.020	2.20	0.04
						38.96
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%		1.17
						1.17

Financiamiento

En la presente investigación el investigador asumirá el financiamiento

Cronograma de Ejecución

Cronograma de actividades																	
N°	Actividades	Año 2022															
		Mes I				Mes II				Mes III				Mes IV			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Elaboración del Proyecto	x															
2	Revisión del proyecto por el Jurado de Investigación		x														
3	Aprobación del proyecto por el Jurado de Investigación			x													
4	Exposición del proyecto al Jurado de Investigación o Docente Tutor				x												
5	Mejora del marco teórico					x											
6	Redacción de la revisión de la literatura						x										
7	Elaboración del consentimiento informado							x									
8	Objetivos específicos								x								
9	Ejecución de la metodología									x							

ANEXO 06: PANEL FOTOGRÁFICO

Panel Fotográfico N°01



Exploración y selección de material.

Panel Fotográfico N°02



Prueba de la presencia de arcilla

Panel Fotográfico N°03



Extracción del mucilago de penca de tuna

Panel Fotográfico N°04



Extracción del mucilago de penca de tuna

Panel Fotográfico N°05



Peso del mucilago de penca de tuna

Panel Fotográfico N°06



Dimensiones del adobe de acuerdo a las normas E.080

Panel Fotográfico N°07



Elaboración de la mezcla

Panel Fotográfico N°08



Elaboración del adobe

Panel Fotográfico N°09



Secado y protección del adobe

Panel Fotográfico N°10



Ensayo de viscosidad

Panel Fotográfico N°11



Obtención del límite de atterberg

Panel Fotográfico N°12



Absorción de las unidades de adobe

Panel Fotográfico N°13



Resistencia a la compresión en murete de pila

Panel Fotográfico N°14



Resistencia a la compresión en murete de pila



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Diseño de adobe estabilizado con mucilago, para uso de muros en viviendas de las comunidades del distrito de Huari – 2022", cuyo autor es MONTALVO PAJUELO HOMERO JAVIER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 27 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO DNI: 40534510 ORCID: 0000-0001-5207-4421	Firmado electrónicamente por: LMEDINAC el 10-04- 2023 21:16:00

Código documento Trilce: TRI - 0538879