



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Comportamiento físico mecánico en adobe con adición
de aceite de linaza, Apurímac - 2022”**

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

AUTOR:

Montoya Hurtado, Boris Abel (ORCID: 0000-0001-5810-3959)

ASESOR(A):

Dr. Vargas Chacaltana Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA- PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi madre Nancy Hurtado Cárdenas, por su sabiduría en mi formación como persona y profesional. Por enseñarme que la voluntad y la disciplina son herramientas para alcanzar nuestros objetivos

Agradecimientos

Aprovecho la oportunidad de estas líneas para agradecerme a mí mismo por el ahínco que me impulsó a seguir adelante para llegar a alcanzar mis sueños.

Asimismo, a mi nueva casa de estudios Universidad César Vallejo y mi agradecimiento notable a mi Asesor Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana por guiarme en este proyecto, quien me encaminó a concluir el trabajo

Índice de contenido

Caratula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Figuras	v
Índice de Tablas.....	viii
Índice de gráficos.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRAC	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO	6
III. METODOLOGIA.....	20
3.1 Tipo y diseño de investigación	20
3.2 Variables y operacionalización:.....	20
3.3 Población, muestra y muestreo.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5 Procedimientos	233
3.6 Método de análisis de datos	322
3.7 Aspectos éticos.....	322
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN.....	68
VI. CONCLUSIONES.....	75
VII. RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS	77
ANEXOS	

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa mundial construcción con tierra	01
Figura 2. Mapa de ubicación de la región Apurímac.....	3
Figura 3. Elaboración de abobe	100
Figura 4. Adobes Tradicionales	10
Figura 5. Falla en muro producido por el movimiento del suelo	13
Figura 6. Dimensiones del abobe	14
Figura 7. Prueba de presencia de arcilla	14
Figura 8. Prueba de elasticidad	15
Figura 9. Medición del alabeo en el bloque de abobe.....	15
Figura 10. Bloques de adobe luego de estar en contacto con el agua	16
Figura 11. Ensayo a compresión del murete de adobe.....	17
Figura 12. Límite de Atterberg	18
Figura 13. Aceite de linaza	19
Figura 14. Procedimientos.....	24
Figura 15. Selección de material para la elaboración del adobe.....	25
Figura 16. Ensayo de granulometría por tamizado	26
Figura 17. Adición del producto a la materia prima.....	26
Figura 18. Dosificación del producto para el adobe	27
Figura 19. Mezclado de producto con materia prima	27
Figura 20. Moldes para elaboración de adobes.....	28
Figura 21. Elaboración de los adobes	28
Figura 22. Proceso de secado de los adobes.....	29
Figura 23. Dosificaciones de la elaboración de los adobes	29
Figura 24. Secado de adobes	30
Figura 25. Adobes en laboratorio para realizar ensayos.....	30

Figura 26. Ubicación del departamento de Apurímac- Andahuaylas- San Jerónimo	334
Figura 27. Ubicación de la cantera Chuspi – San Jerónimo	34
Figura 28. Ensayo de prueba elastica (cinta de barro)	35
Figura 29. Prueba de resistencia seca.	36
Figura 30. Análisis granulométrico	38
Figura 31. Determinación de Limite Líquido y Limite Plástico del suelo.....	40
Figura 32. Secado de muestra de suelo.	41
Figura 33. Medición de las dimensiones del adobe	47
Figura 34. Inmersión de las muestras para realizar el ensayo de absorción.....	53
Figura 35. Ensayo de resistencia a compresión cubos de 10cm x 10cm.	557
Figura 36. Falla producida al someter el bloque de adobe a ensayo de resistencia a flexión.	61

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro de composición del aceite de linaza.	19
Tabla 2. Cuadro de muestras para el ensayo a la compresión de cubos de adobe.	22
Tabla 3. Cuadro de muestras para el ensayo a compresión de adobes.....	22
Tabla 4. Cuadro de muestras para el ensayo de porcentaje de humedad	23
Tabla 5. Descripción del suelo para la elaboración de adobes	35
Tabla 6. Resultado de ensayo de cinta de barro.....	36
Tabla 7. Resultado de ensayo de presencia de arcilla	37
Tabla 8. Análisis granulométrico de las tres canteras.	38
Tabla 9. Clasificación del suelo natural de las canteras.....	40
Tabla 10. Límites de Atterberg de suelo natural de las canteras.....	41
Tabla 11. Contenido de humedad del suelo natural de las cateras seleccionadas	41
Tabla 12. Ensayo de Proctor Modificado muestra patrón.....	42
Tabla 13. Proctor Modificado para muestra con adición de 1.0% de aceite de linaza.	43
Tabla 14. Proctor modificado de la muestra con adición de 1.5% de aceite de linaza.	44
Tabla 15. Proctor modificado de la muestra con adición de 2.0% de aceite de linaza.	44
Tabla 16. Proctor modificado de la muestra con adición de 2.5% de aceite de linaza.	45
Tabla 17. Resumen del proctor modificado del adobe de la muestra patrón y con adición del 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza	46
Tabla 18. Variación dimensional del adobe de la muestra patrón	47
Tabla 19. Variación dimensional del adobe con adición del 1.0% del aceite de linaza	48
Tabla 20. Variación dimensional del adobe con adición del 1.5% del aceite de linaza.	49
Tabla 21. Variación dimensional del adobe con adición del 2.0% del aceite de linaza.	49
Tabla 22. Variación dimensional del adobe con adición del 2.5% del aceite de linaza.	50

Tabla 23. Resumen del ensayo de variación dimensional del adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza	51
Tabla 24. Ensayo de absorción de agua de abobe estabilizado de la muestra patrón.....	53
Tabla 25. Ensayo de absorción de agua de abobe estabilizado con adición al 1.0% de aceite de linaza.	54
Tabla 26. Ensayo de absorción de agua de abobe estabilizado con adición al 1.5% de aceite de linaza.	55
Tabla 27. Ensayo de absorción de agua de abobe estabilizado con adición al 2.0% de aceite de linaza.	55
Tabla 28. Ensayo de absorción de agua de abobe estabilizado con adición al 2.5% de aceite de linaza.	56
Tabla 29. Ensayo de resistencia a compresión de la muestra patrón.	58
Tabla 30. Ensayo de compresión con adición al 1.0% del aceite de linaza.	58
Tabla 31. Ensayo de compresión con adición al 1.5% del aceite de linaza.	58
Tabla 32. Ensayo de compresión con adición al 2.0% del aceite de linaza.	59
Tabla 33. Ensayo de compresión con adición al 2.5% del aceite de linaza.	59
Tabla 34. Resistencia a flexión de la muestra patrón.....	61
Tabla 35. Resistencia a flexión del adobe con 1.0% de aceite de linaza.	62
Tabla 36. Resistencia a flexión del adobe con 1.5% de aceite de linaza.	62
Tabla 37. Resistencia a flexión del adobe con 2.0% de aceite de linaza.	63
Tabla 38. Resistencia a flexión del adobe con 2.5% de aceite de linaza.	63
Tabla 39. Resumen de la influencia de dosificación en las propiedades físicos mecánicas del adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.55%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza	65

Índice de gráficos

Gráfico 1. Curva granulométrica de las canteras Chuspi, Sulloacca, Cruz Pata. .	39
Gráfico 2. Comparación de contenido de humedad del suelo natural.....	42
Gráfico 3. Proctor modificado del adobe de la muestra patrón.	43
Gráfico 4. Proctor modificado de la muestra con adición de 1.0 %de aceite de linaza.	43
Gráfico 5. Proctor modificado de la muestra con adición de 1.5% de aceite de linaza.	44
Gráfico 6. Proctor modificado de la muestra con adición de 2.0% de aceite de linaza.	45
Gráfico 7. Proctor modificado de la muestra con adición de 2.5% de aceite de linaza.	45
Gráfico 8. Resumen de la variación dimensional del adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza.....	52
Gráfico 9. Resumen de Ensayo de absorción de agua de adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza.....	56
Gráfico 10. Resumen de Ensayos de resistencia a compresión del adobe y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza	60
Gráfico 11. Resumen de Ensayos de resistencia a flexión del adobe y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza	64
Gráfico 12. Resumen de Ensayo de absorción de agua de adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza.....	65
Gráfico 13. Resumen de Ensayos de resistencia a compresión del adobe y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza	66
Gráfico 14. Resumen de Ensayos de resistencia a flexión del adobe y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza	67

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal analizar la adición de aceite de linaza en el comportamiento físico mecánico de las unidades de albañilería de adobe, Apurímac – 2022. Esperando mejorar significativamente las características físicas y mecánicas de nuestro adobe patrón, se realizó los siguientes ensayos de granulometría, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico Proctor modificado, variación dimensional y deformación cóncava y convexa, ensayos de resistencia a compresión y flexión y absorción de agua. Así mismo se formuló la siguiente metodología. Esta investigación según el propósito es de tipo aplicada y busca solucionar un problema es específico, el diseño de investigación fue experimental, ya que los adobes compactados son sometidos a ciertas dosificaciones de aceite de linaza al 1.0%,1.5%,2.0%,2.5% con respecto al peso del adobe. Todos los ensayos fueron ejecutados en el laboratorio bajo la supervisión del encargado, comprobándose parcialmente la hipótesis planteada, se llegó a la conclusión de que efectivamente mientras se incrementa la cantidad de aceite de linaza, la resistencia a compresión y flexión mejoran significativamente en comparación con nuestro patrón.

Palabras Clave: Linaza, Proctor, adobe.

ABSTRACT

The main objective of this study was to analyze the addition of linseed oil in the physical-mechanical behavior of adobe masonry units, Apurímac - 2022. Hoping to significantly improve the physical and mechanical characteristics of our standard adobe, the following tests were carried out: grain size, moisture content, liquid limit, Modified Proctor plastic limit, dimensional variation and concave and convex deformation, compression and flexural strength tests and water absorption. Likewise, the following methodology was formulated This research according to the purpose is of an applied type and seeks to solve a specific problem, the research design was experimental, since the compacted adobes are subjected to certain dosages of (linseed oil 1.0%, 1.5 %,2.0%,2.5%) with respect to the weight of the abobe. All the tests were carried out in the laboratory under the supervision of the person in charge, partially verifying the proposed hypothesis, it was concluded that effectively while the amount of linseed oil is increased, the compressive and flexural strength improve significantly compared to ours. Pattern.

Keywords: Flax, proctor, adobe.

I. INTRODUCCIÓN

En el transcurso del tiempo los pobladores aplicaron distintos elementos constructores para sus edificaciones con el propósito de protegerlos ante las variaciones del clima y alcanzar un mayor confort. Un material de construcción importante fueron los ladrillos o adobe, que son de fácil adquisición del terreno como materia prima, líquidos y fibras de paja que fueron componentes constructores conocidos para edificar.

Igarishi, considera al adobe como un material de construcción común desde nuestros antepasados porque es económico en su producción y en la actualidad se emplea para edificar casas en la zona rural del país, en su mayoría son realizadas bajo ningún control. En su mayoría las edificaciones se ejecutan sin controlar la calidad del adobe y siguiendo la norma E080, este elemento al ser poco estable mecánicamente pierde su función de uso ante fenómenos sísmicos y también frente a situaciones de lluvia e inundación. La facilidad de obtención de los recursos fundamentales como el agua y suelo son los que transforman al ladrillo refractario en un material constructivo importante. (2009)

Figura 1. Mapa mundial construcción con tierra



Fuente: Meta 2020 Arquitectos

De modo internacional; Europa continúa utilizando el ladrillo cocido en la construcción, en Madrid aún emplean este insumo en los procesos constructivos y conforme pasa el tiempo sin pretender reforzar con arneses de acero o mediante la mampostería sin que sea necesario quemarlo añadiendo paja mayormente a los edificios, para optimizar la resistencia y dureza¹. (Valverde, 2019)

Çatalhöyük, una metrópolis antigua conocida, ubicada en Anatolia, desde el VII milenio a.C. Existen viviendas con adobe. En lugares pertenecientes al Egipto antiguo, existen los ladrillos cocidos, a base de limo del Nilo, se empleaban frecuentemente para edificar viviendas, terrazas, resistentes incluso pirámides, los egipcios fueron los primero en emplear piedra cortada para construir templos y estructuras fenomenales. (Hernandez, 2010)²

En Castilla y León (España) la incorporación en la arcilla de paja es común. Las edificaciones a base de ladrillo cocido modernizan con un fragmento de barro semejante que los convierte en viviendas extrañas diferentes a los de la sierra. Asimismo, resaltan en las zonas semidesérticas de América Central, del Sur y África.

En Colombia, México, Perú, Ecuador, el centro y norte de Chile, este tipo de construcciones a base de ladrillo cocido siguen perennes ante la falta de algunos recursos y se preservan desde la época arcaica. La combinación de la paja y arcilla origina bloques finos que son fuertes ante el clima y previenen que se agrieten los bloques después de solidificarse. Después, los bloques son enyesados con arcillas para levantar la pared.

Por consiguiente, en América Latina, muchos estados del continente progresaron en la investigación y patrimonio arqueológico del adobe. Perú es pionero del estudio arqueológico costero al norte del país. Chan Chan (capital del Imperio Chimú),

¹ Valverde. (2019). *Sistema construcción con abode*. España D.F: Era.

² Hernandez, V. (2010). *El adobe, ventajas y características térmica*. General: Revista Escala.

identificado como una zona increíbles excavaciones del siglo XIX mediados. (Fernando, 2018)³ .

Las particularidades arquitectónicas de tapial son la resistividad mecánica y térmica, retracción acústica y soporte al calor. Al añadir un menor costo del componente y la escasa información para construcciones futuras, comprenderemos por qué el adobe es un material constructivo más común a lo largo de la historia. (Hernandez, 2010)

Seguidamente de modo nacional en el Perú es normal observar edificaciones cuyo componente esencial es el adobe y se ubican en lugares periféricos de la ciudad o zonas urbanas, asimismo se logra visualizar mayormente en zonas rurales, debido a su orografía y relieve de la zona, lo que genera que a los miembros se les complique llegar a los lugares principales o ejes comunicativos lo que complica el comercio de los insumos, por ello, es más factible utilizar las riquezas del lugar de fácil obtención como la tierra. (Torres, 2016) ⁴

La región, Apurímac- Andahuaylas, se ubica en el tercer lugar nacional con predominancia del adobe como elemento constructivo con 75.25% de viviendas censadas en los lugares urbanos y rurales de Andahuaylas, las viviendas de adobe son comunes, por otro lado, en nuestra región y otras a nivel nacional, la contaminación global impacta fuertemente a los pobladores y sus casas, ocasionando heladas potentes, friajes y lluvias que inciden en la salud y en las actividades del día a día de la población. El censo realizado nacionalmente por el INEI, se concluye que la aplicación del ladrillo cocido es común en la cultura del Perú, especialmente en los lugares rurales donde existe un índice superior de viviendas que emplean este insumo, a diferencia del resto. Por lo cual, es fundamental emplear como proceso constructivo el correcto uso de los bloques sin quemar, ya que presenta diferentes factores que otorgan ventaja respecto a la resistencia a las acciones perjudiciales frente a la menor humedad.

³ Fernando, J. (2018). *Arquitectura a Base de Tierra*. Colombia: ERA.

⁴ Torres, D. (2016). *Incidencia de la construcción del adobe en el Perú*. Perú: Era.

Figura 2. Mapa de ubicación de la región Apurímac



*<*POUYTR4ERTHUOP¿/456H
8965-

7MKO.+}

Fuente: *Elaboración propia*

Actualmente la provincia de Andahuaylas presenta elevada cantidad de viviendas de adobe, los pobladores lo emplean frecuentemente debido a que la zona tiene bajas temperaturas, lo cual convierte al adobe en una excelente propuesta de aplicación.

El INEI (Instituto de estadística e informática), del año 2017 comprobó que, hay un total de viviendas nacionales con 7.698.900 viviendas, del 27,90% (2148.494) son a base de ladrillo. Esta entidad permitió reconocer valores para zonas urbanas y rurales, en la zona urbana el 15% (887,203) de 588,4013 casas se encuentran pobladas. Respecto al adobe o ladrillo y zona rural, del total de viviendas pobladas (1814.887), 69,5% (1.261.291) con adobe o ladrillo. En el departamento de Apurímac, lo hallado por el INEI expresa que 276.223 viviendas están pobladas, y 80,25% (221.668) son de ladrillo.

De lo mencionado, es imprescindible proponer como problema general: ¿Cómo influye la adición de aceite de linaza en el comportamiento físico mecánico en el adobe, Apurímac - 2022?

Como justificación de la investigación mencionan la justificación teórica del actual estudio que, al ser necesario seguir con la aplicación del adobe como insumo principal para las viviendas, en especial las zonas más alejadas del lugar, por lo que se requiere analizar propuestas de solución que quieran optimizar las propiedades físico mecánicas. Se cumple la norma RNE E-080, acatando los requisitos de estudio, diseño, tecnología elemental y control de calidad e interposición de operaciones ingenieriles y construcción como muros armados y fijos. La Justificación metodológica, por la zona de estudio encontrada en una situación agreste, donde el clima es variable. Es fundamental investigar e incorporar tecnologías para estabilizar con adobe, por esta razón es relevante contribuir con soluciones sencillas. La Justificación técnica es otra causa de la variación del clima en los años actuales, por lo que se requiere estabilización de adobes con modernas tecnologías, por lo cual es importante proponer soluciones factibles para dar mejor calidad a las viviendas. La Justificación social sirve de apoyo social, que admitirá a los pobladores dar conocimiento a una propuesta de solución para mejorar el adobe en cuanto a su calidad, continuando con las costumbres de aplicación de sus ancestros.

Como objetivo general se pretende: Evaluar cómo influye la adición de aceite de linaza el comportamiento físico mecánico en el adobe, Apurímac-2022. Como objetivos específicos se busca. Determinar cómo influye la adición de aceite de linaza el comportamiento físico del adobe, Apurímac-2022. Determinar cómo influye la adición de aceite de linaza el comportamiento mecánico del adobe, Apurímac-2022. Determinar cómo influye la dosificación de la adición de aceite de linaza el comportamiento físico mecánico del adobe, Apurímac-2022.

Para la hipótesis general del estudio proponen: La adición de aceite de linaza influye significativamente en el comportamiento físico mecánico del adobe, Apurímac-2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales; Baraya (2020) tuvo un estudio del adobe colombiano “El adobe es un elemento reutilizable y sostenible, que tiene como fin establecer un proceso de construcción aplicando adobe en las viviendas, finalizando que en la zona se emplean 2 métodos constructivos del terreno: muros escalonados y bloques sin quemaduras. Las paredes sin quemadas, se mueven con una anchura inferior, 25 cm son necesarios para agarrar y dejar libre calor en el edificio en la noche, en comparación con la tierra apisonada, esta presenta un grosor de 60 cm y provoca temperaturas heladas en los espacios vacíos. El adobe presenta un beneficio en la arcilla, porque sus bosquejos se elaboran en una zona, que genera tipos sin límites de formas que aporten a crear símbolos comerciales y capacidades para editar a menor costo. (Baraya, 2020)⁵

Rivera Et, al. (2020) tiene como fin identificar el método constructivo que se practicó en el transcurso de los años, para considerar las tradiciones y expresiones de cultura halladas del ladrillo cocido como elemento de construcción. El método empleado concierne varias fases como la observación directa del enladrillado. Diseño de hojas de requisitos especiales para ejecutar las muestras, respecto a los ensayos del laboratorio, para analizar sus propiedades mecánicas, emplear levantamientos, y pedir la opinión de especialistas durante su ejecución. Se finiquitó que de la data obtenida de vectores por medio de estudios semiestructurales, hace alusión a lo empírico, teorías técnicas y la situación presente de los procesos constructivos de tierra cruda o sin quemar. La interacción de los portadores de conocimientos

⁵ Baraya, S. (2020). *Adobe: el material reciclable más sostenible*. México: Universidad Nacional de Colombia.

ancestrales constructibles, concuerdan con las casas habitadas, y resalta la época donde empieza esta buena práctica en Casanare consta de más de 100 años, teniendo en cuenta que se obtuvo el saber de los antepasados con conocimientos simples. (Rivera , 2020)⁶

Como antecedentes nacionales mencionan a Cansino y Olano (2021), tuvo como objeto importante, analizar la resistencia a la compresión del adobe fortificado con mucílago de café en Jaén 2021. El tipo de estudio fue aplicado y diseño experimental. La muestra fueron 24 modelos de adobe. Resultaron 4 diseños de adobe que evidenciaron que al agregar 0%, 12%, 16% y 20% de mucilago de café para fabricar adobes, se obtuvieron valores favorables donde la resistencia a la compresión fue 15.55 kg/cm², 20.01 kg/cm², 23.01 kg/cm², 27.97 kg/cm². Se finiquitó que añadiendo un porcentaje superior de aditivos su resistencia a la compresión incrementa.

Córdova (2020), tuvo como propósito examinar el efecto aplicativo de goma de penca de tuna en la conducta físico mecánica de barro. El método estudiado fue aplicado, diseño experimental. Los valores hallados mencionaron el 26%, 27% y 52% aumento en la resistencia a la compresión del adobe simple de 21,76 kg/cm²; la resistencia a la flexión incrementó 35%, 43% y 44% en base al adobe sencillo de 4.8 kg/cm², lo que absorbe el adobe optimizado aumentando 21%, 40% y 59% según el adobe común (10.08%). Finiquitó lo primordial de emplear la goma de penca de tuna como agente estabilizante de la zona rural.

Vilca (2021), tiene como objeto de estudio expresar la mejora de la infraestructura del adobe p

+or medio del empleo de mucilago acuoso vegetal del cactus, Moho, Puno, 2021. Tuvo metodología aplicada, diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo, población considerada fueron los adobes de Putina – Cucho, y sus

⁶ Rivera , H. (2020). *Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia)*. Colombia: Universidad Católica de Colombia.

muestras fueron 60 adobes. Los valores adquiridos fueron 35.44%, 46.84% y 53.16% en la resistencia de compresión con porcentajes de 25%, 50% y 75% de mucílago líquido vegetal de cactus de 13.01%, 20.73% y 28.46% para la resistencia a la compresión del prisma. Se finiquitó, la porción estimada de mucílago acuoso vegetal de cactus fue 53.16% respecto a la fuerza máxima de adobe en la porción en base a resistencia axial de compresión de adobes incrementando 28.46% al adobe clásico, estableciendo el 75% de mucílago acuoso vegetal.

In your article. Technological creation and previous data: BTC and Adobe, advances comparable to the culture of the engineer-Xochimilcan-Mexico. Its purpose was to fix the argument to increase the brightness of BTC and adobe. The association built between the materials is reviewed and they measure the expected skill in producing BTC and viewing the adobe. It was decided that the adobe in humanity's past progress was important since it established that there are different ancient residues in Mexico as well as parts of the world, so much so that the adobe building (BTC) ends up as the main construction. In such a way that it clarifies as a basis for its translation the costs and cultures, where the force will pass over time, in its protection of BTC. Comentario "El adobe o BTC se aplicó en la antigüedad, influenciando y avanzando en la vida nómada de la civilización, construyendo las viviendas y ciudades que se acumulan hasta la actualidad en situaciones óptimas en distintos lugares del mundo. El humano asoció su elaboración y producción con nuevas tecnologías que consideren, duren y soporten ante fenómenos naturales. (Sanchez , 2015)⁷.

In the named articles. "Adobe constructions strong in contact with the immersed liquid". An adobe construction is estimated in a long experience of liquid flooding. Three functional alternatives: a wall with a simple concrete base, a brick wall, a wall with a counted base and a wall without protection. It was decided that the next construction technique on land, the good effects by faults and long floods, was the

⁷ Sanchez , S. (2015). Tecnología e Investigación . *Innovation*.

application of a simple concrete overlay at the bottom of the adobe wall, with 25 cm. better than visible liquid height. Increasing the value of the normal wall by 70.79% and 62.42%, exploiting the response to simple real butt or with butt element, the flood damage is 0, and the cost of the normal wall increases by 28.7%, The Completed adobe responds with the traditional flood tarrage. Comentario, “analizó la construcción de adobe mojando el agua para analizar lo provocado como respuesta al uso del sobrecimiento del ladrillo y concreto simple porque el adobe presenta mayor humedad en el muro, se determinó el uso de otros productos que presentan mayor humedad en el muro, se determinó el uso de otros productos que necesitan buen presupuesto y mano de obra competente a criterio y factibilidad de la construcción”. (Trujillo, 2018)

El artículo expresó la importancia del análisis de los aspectos más resaltantes de los materiales constructivos con terrenos y la conexión con las mismas. La Metodología fue comparativa y tipo de diseño experimental. Menciona los valores obtenidos del estudio, mostró un nivel difícil que homogeniza la información para aplicar las tecnologías al bloque de adobe, asimismo en la tapia y finalmente el terreno aligerado; este punto se conecta a la variedad de densidades; la maleabilidad de materiales y forma usual aplicada para fabricarlas. Observan una variable en conducción térmica respecto a densidad, varían en cuanto a su adherencia y compactación de la fibra oriunda. De otro modo, la conducta de la resistencia mecánica relacionada como la compresión simple, se corroboró que es una propiedad mecánica esencial de elementos civiles de construcción. Se concluyó que las ventajas constructivas se relacionan directamente con el estudio en cuanto a su aplicación, cualidades térmicas y resistencias mecánicas, análisis de las diferentes maneras de edificar sobre el terreno natural transformado y la estabilidad estructural. (Cuitiño, 2020)⁸

Como enfoques Teóricos se tiene el Adobe; que es la unidad cruda de tierra, mezclada con arena gruesa y paja para aumentar sus dureza y resistencia

⁸ Cuitiño, F. (2020). *Cualidad los elementos de construccion con tierra*. española: akal.

(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)⁹. Estos, son materiales constructivos muy antiguos. Existen edificios sin quemar como ladrillos en bruto mediante 10 000 civilizaciones iniciales de América.

Figura 3. Elaboración de abobe



Fuente: Elaboración propia

El Adobe tradicional; es aquel adobe hecho artesanalmente a base de tierra, paja y agua, no pasan por un control de calidad ni inspección, los moldes se rigen bajo la norma técnica E 080. Por ello, las unidades se encuentran fisuradas o agrietadas lo que provoca la debilidad del bloque, no puede contener resistencia mínima detallada en la norma técnica peruana. Lo cual expresa un peligro al confrontar fuerzas sísmicas y del clima¹⁰.

⁹ Resolución Ministerial N° 121-2017. (2017). Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. *El peruano*. Obtenido de https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376

¹⁰ Resolución Ministerial N° 121-2017. (2017). Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. *El peruano*. Obtenido de https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376

Figura 4. Adobes Tradicionales



Fuente: *Elaboración propia*

Adobe estabilizado; El adobe mejorado responde a la incorporación otros productos (asfalto, cal, aserrín) para aumentar la resistencia a la compresión flexión y porcentaje absorbido. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)¹¹.

Características del adobe; este presenta diversas características las cuales son la baja conducción térmica, logrando que las viviendas sean resistentes, la fácil adquisición de los recursos para fabricar bloques de adobe, son halladas en una zona de construcción, en las particularidades más notorias del adobe destacamos el menor costo necesario para transformar los bloques, asimismo el manejo fácil y traslado hace al adobe un material ecológico y accesible para todos¹².

Componentes del adobe: Los componentes o elementos necesarios para fabricar bloques de adobes son más simples, porque la tierra empleada resulta ser similar a la de obra, debe presentar una correcta gradación o equilibrada con materiales finos (arcillas) y gruesos (limo y grava), es imprescindible añadir fibra natural (paja), asimismo para considerar una combinación óptima de los componentes adheridos al líquido, de este modo adquirimos los bloques artesanales de adobe¹³.

¹¹ Resolución Ministerial N° 121-2017. (2017). Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. *El peruano*. Obtenido de https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376

¹² (Construcción, 2010)

¹³ (Construcción, 2010)

Suelo para el adobe: Según la NTP E080 (2006), el suelo óptimo para fabricar bloques considera lo siguiente: arena entre 55–70%, limo entre 15-25% y arcilla de 10 a 20%, en la publicación actual del NTP 080 (2017) menciona que para la selección de un suelo apto para elaborar adobe la cual será sometida a la cinta de barro y resistividad seca, por lo cual, el análisis y elección del terreno se llevará a cabo en la presente norma (2017), no se tomará en cuenta el elemento útil de los terrenos orgánicos, se quitará la capa y considerará el resto, en los adobes optimizados sus resultados hallados de cada elemento cambiarán¹⁴.

Arcilla; Conglomerado de minerales y sustancias originarias de emulsión degradable de rocas alumínicas, la arcilla conformada por alúmina, sílices y líquido, por lo que los minerales de la arcilla son silicatos de aluminio. La NTP 080 (2017) indica que la arcilla como elemento necesario al constituir el barro, a causa de que las partículas actúan al mezclarse con el líquido otorgando una buena adherencia con sus partículas, reforzándose como una mezcla apta de barro de tal forma que al engrosarla se transforma en un material constructor, también el tamaño de las partículas arcillosas es bajo al 0.002 mm.

Grava y arena; Es indispensable conocer sobre los agregados que contribuyen a la resistencia terminal de la mezcla por lo cual para fabricar adobe se necesita de su presencia, al añadir grava y arena bajan las fisuras provocadas por secado, el tamaño de arena cambia entre 0.06 y 2 mm, la grava varía de 2 a 20mm, se debe considerar que son aprovechables todas las fuentes de arena y grava excepto las originadas del mar porque presentan sal.

Limo; Tiene una granulometría entre arcilla y arena fina, proveniente de sedimentos suspendidos que pasan por ríos y arroyos, el tamaño del limo cambia de 0.002 a 0.08mm, elemento no cohesivo de complicada construcción sobre las mismas, se requiere un cimiento especial para estos terrenos.

Paja; Las fibras (paja) previenen las fisuras del adobe al igual que la grava y arena, también evitan que no se originen fisuras que debilitan los bloques de adobe, optimizan el trabajo de la mezcla, es recomendable aplicar fibras de 5 a 10 cm.

¹⁴ (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

Ventajas del uso de adobe: El adobe contiene beneficios como elemento de construcción, las cuales son: muy versátil al alcanzar las formas deseables, de menor costo de elaboración, de fabricación sencilla sin necesidad de contratar mano de obra competente, muestran propiedades térmicas, son aislantes térmicos y acústicos, de menor conducción térmica, reutilizables y ecológicos.

Desventajas del uso de adobe: Empleándolo como material constructor las cuales son: edificar más elevaciones para cada vivienda con adobe se encuentra restringido, ya que mayormente son edificaciones de 2 niveles, como dice la NTP E080 (2017), para construir con adobe los componentes de su estructura y sus particularidades, la disgregación de arriostres, altitud de muros, peralte, espesor y consistencia de la misma, son homologadas, edificadas continuamente empleando similares técnicas. También, son frágiles ante el efecto de la naturaleza (lluvias, vientos, terremotos e inundaciones, como unidades de adobe invaden el espacio de constitución de materiales estructurales de la vivienda¹⁵.

Figura 5. Falla en muro producido por el movimiento del suelo



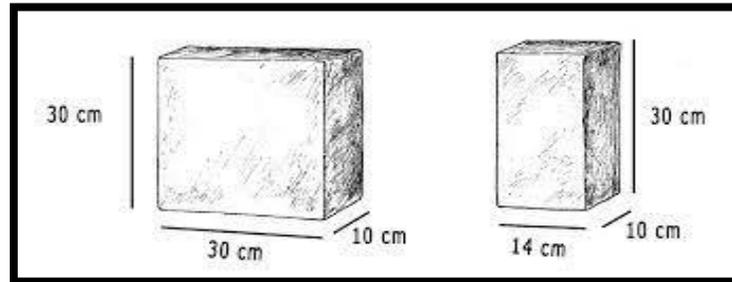
Fuente: Apurímac

Diseño y medidas; Las medidas para fabricar adobes para viviendas son de 2 formas (cuadradas y rectangulares), en los intermedios se deben efectuar 90°. Las dimensiones deben ser establecidas según el reglamento E 0.08 de la NTP, para

¹⁵ (Igarishi, 2009)

adobes rectangulares, la longitud es 2 veces la anchura y su altura de 4 a 1 o de 8cm (2010)¹⁶

Figura 6. Dimensiones del adobe



Fuente: Elaboración propia

Ensayos de campo; Elabora 4 bolitas de la cantera donde se sacará material para elaborar adobe, amolda con las palmas de las manos aplicando cantidad mínima líquida manejable, secándolo durante 48 horas en una zona lluviosa, sol y aire, luego empujará con los dedos las 4 bolitas. Si ninguna se rompe o agrieta el terreno será óptimo (2010)¹⁷

Figura 7. Prueba de presencia de arcilla



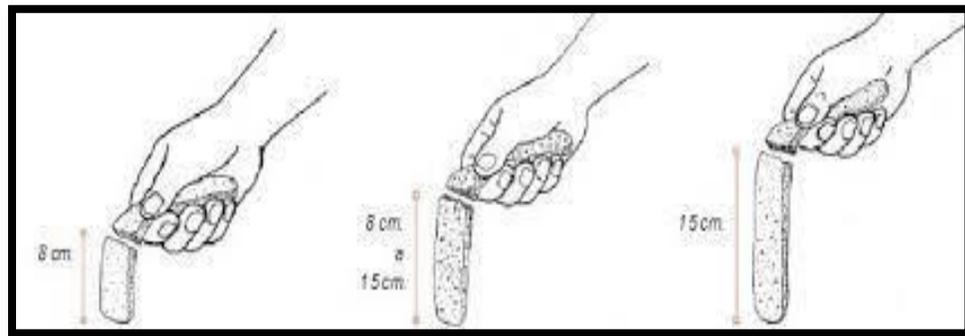
Fuente: Google

¹⁶ (Sotomayor, 2018)

¹⁷ (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

Prueba de cinta de barro; Realizando rollos cilíndricos con 1.2 cm de diámetro de porción de barro bajo humedad que admita buen amasado, al realizar la muestra se nivela con los dedos índice y pulgar la cinta de 0.4 cm de espesor, después se cuelga hasta romperse. Si cinta de barro se rompe sin alcanzar los 5cm (arenoso) es inadecuado, si se rompe llegando entre 5 y 15cm (arcillo-arenosa) es adecuado, y si rollo logra una medida superior a 15cm (arcillosa) es inadecuado para fabricar adobes.¹⁸

Figura 8. Prueba de elasticidad



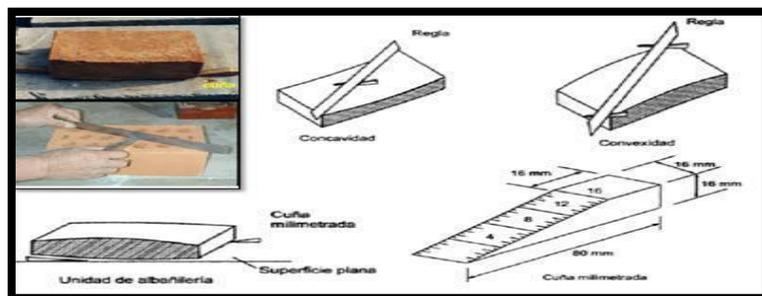
Fuente: NTP E080

Se tiene como propiedades físicas el Alabeo; Imperfección del adobe que, apoyando su base sobre algo plano, provoca la junta espesa, al disminuir la zona de contacto del adobe con la estructura, asimismo provoca fallas por flexión (Norma Técnica Peruana 399.613) - Unidades de albañilería (2017), los instrumentos para hallar el alabeo son: cuña de medición o regla, superficie plana¹⁹.

Figura 9. Medición del alabeo en el bloque de adobe.

¹⁸Resolucion Ministerial Nº 121-2017. (2017). Norma E.080 Diseño y contrucción con tierra reforzada. El peruano. Obtenido de https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376

¹⁹ (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)



Fuente: NTP E080

Variación dimensional; Menciona variación en las dimensiones del adobe realizado por distintos medios como tipo de elemento, húmedas y temperatura, en ese aspecto la varianza provoca el incremento en el espesor de la junta disminuyendo su resistencia a la compresión del muro, para la NTP 399.613 (2005) los instrumentos empleados son: regla de acero graduada de 30cm o calibrador de longitud 25mm a 300mm, las muestras tomadas son de 10 unidades²⁰.

Absorción: Para la NTP 399.613 (2005) la prueba establece el grado saturado, (porcentaje de la unidad de albañilería), la prueba señala la capacidad de absorber líquido de la muestra²¹.

$$\%Abs = \frac{P2 - P1}{P1} \times 100$$

Dónde:

- %ABS= absorción de agua (%)
- P1= Peso de muestra seca (gr)
- P2= Peso de muestra saturada (gr)

Figura 10. Bloques de adobe luego de estar en contacto con el agua.

²⁰ (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

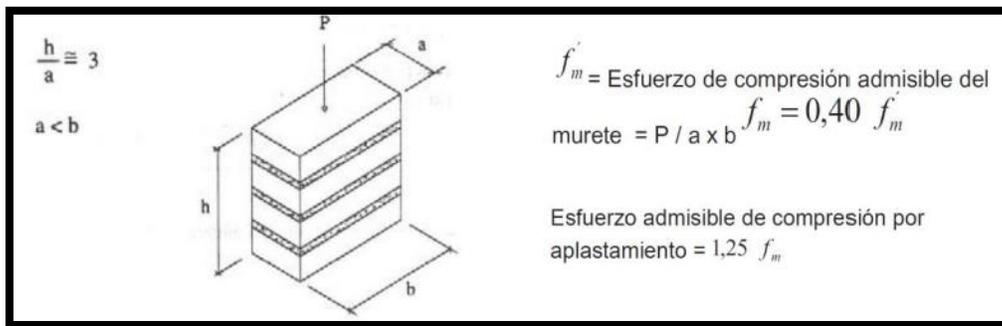
²¹ (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)



Fuente: NTP E080

Propiedades mecánicas a la Resistencia a compresión: Somete el estrato a una presión axial para hallar la fuerza respectiva a la zona transversal (kg/cm²). El instrumento de medida será la prensa hidráulica, en base a la norma E080²².

Figura 111. Ensayo a compresión del murete de adobe



Fuente: (Norma E.080, 2020)

Límite de Atterberg; Denominado límites de consistencia o plasticidad, el sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916), la transformación se denomina límites de Atterberg. Estas pruebas se llevan a cabo en laboratorio cumpliendo el proceso de NTP 339.129, 1999. El límite líquido emplea la cuchara de Casagrande y es el contenido húmedo que cierra la abertura de 12.7mm mediante 25 golpes. El Límite plástico se expresa como contenido húmedo donde terreno se fisura o agrieta al realizar rollo con 3.18mm de diámetro²³.

²² Resolución Ministerial N° 121-2017. (2017). Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. El peruano. Obtenido de https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376

²³ (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

Figura 122. Límite de Atterberg



Fuente. Elaboración propia

Análisis Granulométrico; Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S) el elemento transcurre por malla N°200 y lo catalogan en suelos gruesos-granulados.

Los símbolos de grupos inician con los prefijos G o S o ambas.

G, suelo con grava o gravoso.

S, suelos con arena o arenosos.

Suelos de granulado-fino: las nomenclaturas usadas son:

M, limos inorgánicos

C, arcillas inorgánicas

O, limos y arcillas orgánicas.

Otros son expresados por la clasificación son:

W, bien gradados

P, pobremente gradados

L, baja plasticidad

H, alta plasticidad

Aceite de linaza; Este secante es conocido desde antes, obtenido de la semilla de lino, “lino usitatissimum”. Lo abarcado de aceite en la semilla es de 32 a 42% según la calidad de la planta. (Navarro , 2014)²⁴.

Figura 133. Aceite de linaza



Fuente: Elaboración propia

Composición del aceite de linaza

Tabla 1: Cuadro de composición del aceite de linaza

Acido Palmítico	Ácido Oleico	Ácido Linoleico	Ácido Linoleico
10%	15%	16%	56%

Fuente: Díaz (2018)²⁵

Extracción del aceite de linaza; El prensado de las semillas es obtenido del aceite de linaza. El elemento bruto logrado de la presión se compone de 2 grasos ácidos libres, por partes establecidas de mucilaginosas; como las imperfecciones del aceite.

²⁴ Navarro , A. (2014). Aceite de Lionaza. *Importancia del Aceite de Linaza*.

²⁵ Díaz, G. (2015). *Propiedades del aceite de linaz*. San Fransico.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Es aplicado, recolecta todo lo estudiado de trabajos preliminares y son ejecutados en la práctica solucionando el inconveniente real.

Diseño de la investigación: Inclinado al diseño experimental porque altera la variable independiente proponiendo porcentajes distintos para hallar valores según la variable dependiente.

Nivel de investigación: Concerniente al nivel explicativo por se halló mediante lo obtenido de las pruebas.

Enfoque de la investigación: Basada en el estudio cuantitativo porque las citas hallas fueron reforzadas con antecedentes antiguos, como la cuantificación de la variable.

3.2 Variables y operacionalización:

Variable Independiente: La adición del aceite de linaza.

Definición conceptual: La linaza se extrapola de planta *Linum usitatissimum* perteneciente a familia *Linaceae*. Presenta 40% de óleos, ricos en ácidos grasos omega-3, omega-6 y omega-9.

Definición Operacional: La fabricación de adobe está conformada por agua y suelo (arcilloso, limoso y arenoso) combinado con paja en moldes y secado al aire libre. La dosificación del incremento de aceite de linaza se empleará en cantidades dirigidas a la mejora de las propiedades mecánicas en 0.00%, 0.10%, 0.15%, 0.20%, 0.25% según el peso general del adobe. Dimensión: 35x15x16

Indicadores: 0.00%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%.

Escala de medición: De razones o ratios.

Variable dependiente: Muros de adobe

Definición conceptual: Las propiedades físicas penden de la composición de la materia, una cosa que se observa y mide.

Las propiedades mecánicas de los elementos, como la ductilidad, durabilidad y fragilidad, halla la conducta con efecto de las fuerzas externas (continuas o intermitentes) o estático, dinámico o cíclico.

Definición Operacional: La norma técnica E.070 comprende requerimientos fundamentales de análisis, diseño, elemento, construcción, control en su calidad e identificación de muros (carga y refuerzo). La norma E080 considera las especificaciones que efectúan lo que conforma el adobe.

Dimensión: Propiedades físicas y mecánicas del adobe

Indicadores: Resistencia a la compresión axial de deformación cóncava y convexa compresión en pilas de adobes ensayos elásticos (rollo), ensayos de resistividad seca (bolitas), granulometría; contenido húmedo de absorción de agua, limite líquido, plástico y Proctor modificado.

Escala de medición: razones o ratios.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Es un conjunto de elementos semejantes a sus características (Hernández, 2019). Compuesta por muros de adobe adicionando aceite de linaza Apurimac-2022.

Muestra: es un subconjunto de estratos de muros de adobe aumentando aceite de linaza donde respetó la norma E.080 del RNE. Expresado en las siguientes tablas.

Tabla 2. Cuadro de muestras para el ensayo a la compresión de cubos de adobe.

Cubos de adobe 10cm x 10cm x 10cm	Cantidad
Adobe compactado tipo patrón	08
Adobes compactados con 1.0 % de aceite de linaza	08
Adobes compactados con 1.5 % de aceite de linaza	08
Adobes compactados con 2.0 % de aceite de linaza	08
Adobes compactados con 2.5 % de aceite de linaza	08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Cuadro de muestras para el ensayo a compresión de adobes

Cubos de adobe 35cm x 15cm x 16cm	Cantidad
Adobe compactado tipo patrón	07
Adobes compactados con 1.0 % de aceite de linaza	07
Adobes compactados con 1.5 % de aceite de linaza	07
Adobes compactados con 2.0 % de aceite de linaza	07
Adobes compactados con 2.5 % de aceite de linaza	07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Cuadro de muestras para el ensayo de porcentaje de humedad

Cubos de adobe 35cm x 15cm x 16cm	Cantidad
Adobe compactado tipo patrón	08
Adobes compactados con 1.0 % de aceite de linaza	08
Adobes compactados con 1.5 % de aceite de linaza	08
Adobes compactados con 2.0 % de aceite de linaza	08
Adobes compactados con 2.5 % de aceite de linaza	08

Fuente: Elaboración propia

Muestreo: el tipo de muestreo es no probabilístico ya que se estableció en base a la norma E.080

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

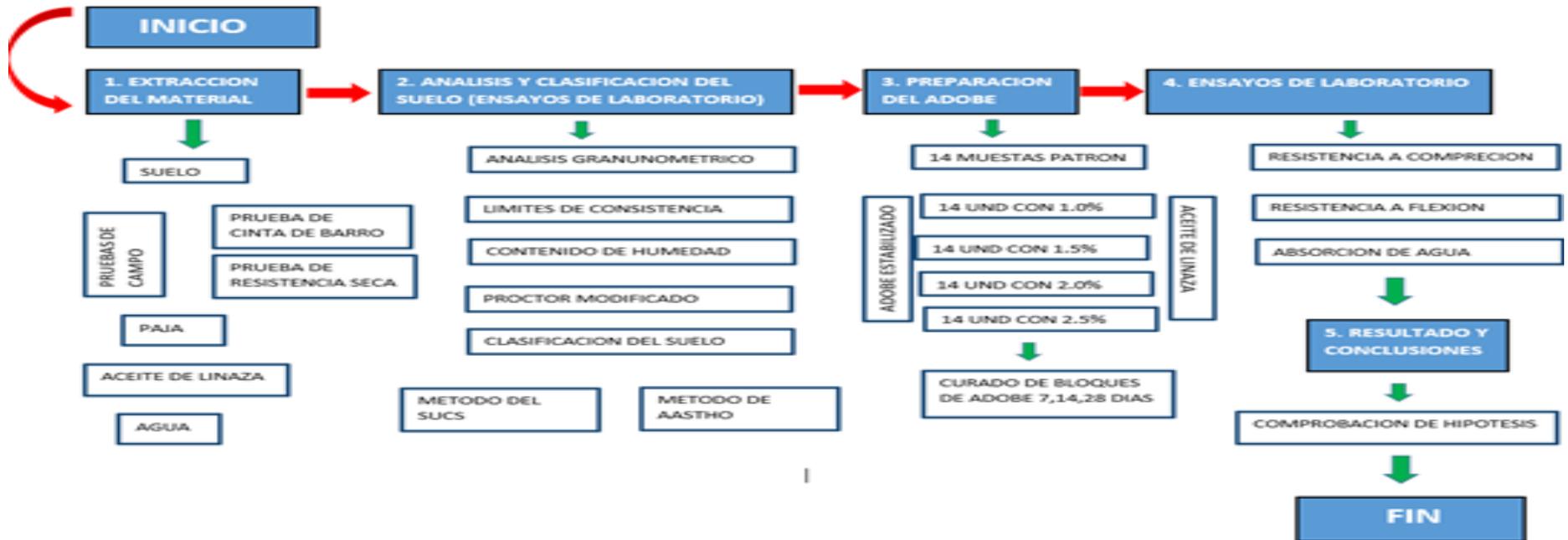
Técnicas de recolección de datos: El proyecto de estudio consideró pruebas de laboratorio para hallar las propiedades físicas y mecánicas del terreno y adobe que fueron: la granulometría, límite líquido y plástico, contenido húmedo, ensayos de compresión y absorción de líquido y pruebas de alabeo al adobe incorporando aceite de linaza.

Instrumentos de recolección de datos: Formatos de laboratorio, otorgadas por el laboratorio, libreta de apuntes para mencionar las particularidades e información resaltantes de las pruebas de campo y físicas de albañilería añadiendo aceite de linaza.

Validez y confiabilidad: Las pruebas ejecutadas en laboratorio conducidos a los expertos que emitirán un documento sobre el progreso de las pruebas, también se brindará un certificado que señale los equipos empleados y calibrados.

3.5. Procedimientos

Figura 14: Procedimientos



Fuente: Elaboración propia

El procedimiento de la elaboración de adobes mejorados con aceite de linaza. Se ejecutó mediante las pruebas de campo para corroborar si el elemento es apto para elaborar adobes como el ensayo de plasticidad y resistencia seca, mencionadas con anterioridad.

1. La materia prima y elemento principal de fabricación de bloques compactos de adobe, extrajeron de cantera "Chuspí" considerando los requerimientos de la norma técnica E-080 según la gradación del terreno.

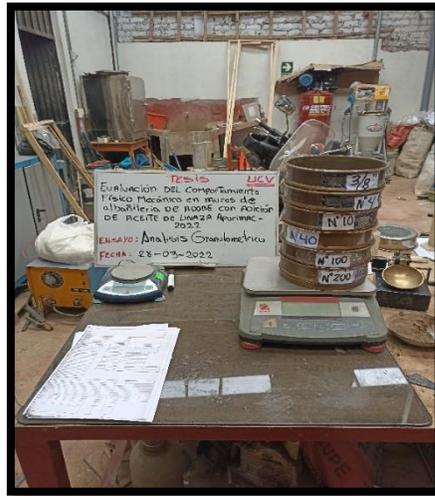
Figura 14. Selección de material para la elaboración del adobe



Fuente: Elaboración propia

2. Lo retenido por tamiz se separará y los terrones de tierra se disgregarán para homogeneizar el tamaño

Figura 15. Ensayo de granulometría por tamizado



Fuente: Elaboración propia

3. Se realiza el tratamiento del producto.

Figura 16. Adición del producto a la materia prima.



Fuente: Elaboración propia

4. Para impulsar las arcillas del material la tierra se duerme por 48hr.
5. Para mezclar el producto determinamos por mililitros las siguientes cantidades. 1.0%,1.5%,2.0%,2.5%. respecto al peso.

Figura 17. Dosificación del producto para el adobe



Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla para la elaboración de los adobes

6. Luego de dosificar combinamos el material con el insumo.

Figura 18. Mezclado de producto con materia prima



Fuente: Elaboración propia

7. Mojan las adoberas, elaboradas al colocar la mezcla para fabricar el adobe y no se adhiera a paredes del molde.

Figura 19. Moldes para elaboración de adobes



Fuente: Elaboración propia

8. Procede a pisar la tierra hasta llegar a obtener una mezcla manejable.

Figura 20. Elaboración de los adobes



Fuente: Elaboración propia

9. Eligen y localizan una zona plana y limpia para ubicar adobes.

Figura 21. Proceso de secado de los adobes



Fuente: Elaboración propia

10. Consideran una cantidad muestral y tira fuerte hacia la adobera con apoyo de los puños presionan cubriendo los poros hasta alcanzar la superficie lisa y correcto acabado, se alza la adobera hasta que el molde salga obteniendo adobe. Este proceso de repite.

Figura 22. Dosificaciones de la elaboración de los adobes



Fuente: Elaboración propia

11. Luego de fabricar los adobes, estos se secarán durante 28 días según la norma E-080, luego se colocan códigos en base a la dosificación realizada.

Figura 23. Secado de adobes



Fuente: Elaboración propia

12. Terminando de secar los adobes codifican y agrupan por porcentajes para conducirlos al laboratorio y ejecutar las pruebas respectivas.

Figura 245. Adobes en laboratorio para realizar ensayos



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Granulometría por tamizado: Realizado para clasificar las partículas del suelo según la (NTP. 339. 128, 1999).

Aparatos utilizados

- Balanzas
- Agitador de Tamices
- Horno con la capacidad de mantener una temperatura de $(105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C})$
- Tamices

Ensayo de Contenido de humedad (NTP 339.127, 1998)

Realizado para hallar el contenido húmedo del suelo.

Aparatos utilizados

- Taras
- Balanza
- Recipientes para las muestras
 - Horno, esta deberá mantener una una T° constante de $(105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C})$
- Ensayo de Límites de Atterberg: límite plástico, Límite líquido, y el índice de plasticidad del espécimen del suelo según la (NTP. 339.129, 1999).

Aparatos Utilizados

- Copa de Casa Grande
- Espátula metálica
- Recipiente de porcelana
- Horno
- Lamina de vidrio

Clasificación del suelo: Clasificado en distintos tipos de suelo, según la (NTP 339.134, 1999).

Ensayo a Compresión: El adobe fue sometido a fuerzas de compresión en muestra según la (NTP 399.613 y 339.604)

Ensayo de flexión: El adobe fue sometido a fuerzas de compresión en la muestra según la (ASTM D790)

Aparatos

- Máquina para la prueba

Ensayo de Absorción de líquido (NTP 399.613, 2003)

Aparatos

- Balanza
- Horno

3.6 Método de análisis de datos

Respecto a lo investigado, lo tomarán de antecedente para operaciones interpretadas. Procesamos la información adquirida de la encuesta. Esto hace inferencia respecto a lo relacionado con las variables estudiadas, después obtener conclusiones y recomendaciones. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

Será confirmado de manera estadística con el SPSS. La evaluación de la información se añadirá con la autorización del laboratorio donde ejecutarán los ensayos.

3.7 Aspectos éticos

Según la Oficina de Investigaciones de Lima (UCV, 2016), “Todo sabio se comprometerá a exponer lo resultante según las situaciones, respetar y asumir con responsabilidad y ética la propiedad intelectual”. De otra manera, el tesista respetará los aportes y el juicio profesional, ósea el progreso de contenidos aptos para estudios actuales y confiables. De los datos conseguidos por recopilación se generará la información.

IV. RESULTADOS

Ubicación Geográfica

Nombre del proyecto

La tesis se titula “Evaluación de la conducta física mecánica en adobe de adición de aceite de linaza, Apurímac-2022”

Ubicación de la zona de estudio

La tesis fue realizada en la provincia de Apurímac, Andahuaylas San Jerónimo localizado a 2970 msnm con latitud 13°64'99" y longitud 12°37'13", con población de 405.759 habitantes (2017), en distrito de Apurímac se encuentra localizado el santuario Campanayocc, puente colonial de Chumbao, laguna de Pacucha, baños termales de CConoc. Respecto a su gastronomía existen distintos platos típicos y bebidas representativas convirtiéndolas en un lugar recomendable y acogedor.

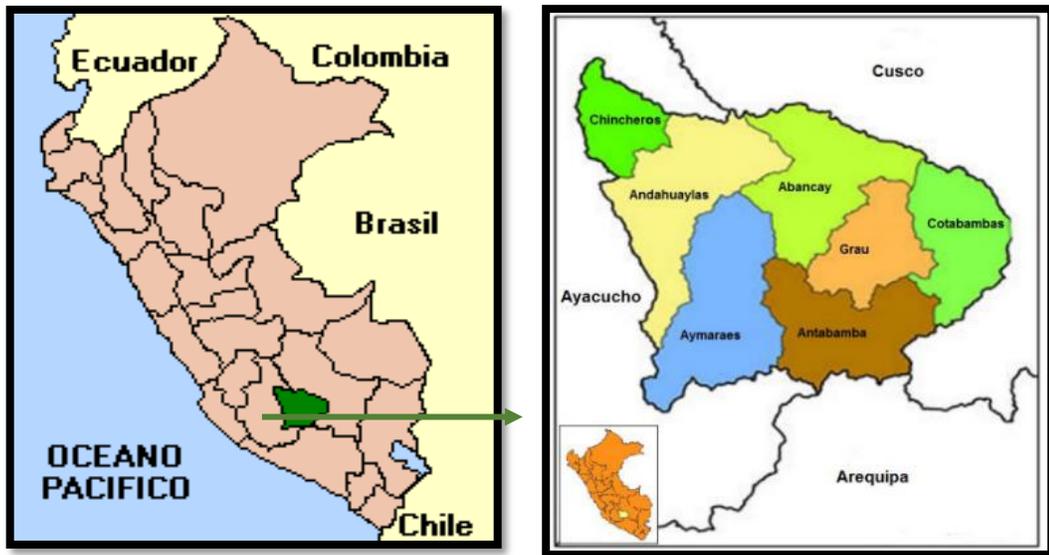
El objetivo del estudio es determinar cómo influye la adición del aceite de linaza en las propiedades físico mecánicas en el adobe Apurímac-2022. Para ello se tendrá 5 dosificaciones para la elaboración de adobes artesanales, los cuales son 0%,1%,1.5%,2.0% y 2.5%.

Para identificar de manera rápida, el desarrollo de la tesis se encuentra en:

Departamento	: Apurímac
Región Geográfica	: Sierra Sur
Provincia	: Andahuaylas
Distrito	: San Jerónimo

Localización geográfica del proyecto

Figura 256. Ubicación del departamento de Apurímac- Andahuaylas- San Jerónimo



Fuente: Elaboración propia

La materia prima empleada para fabricar adobes se localiza en la cantera Chuspí, San Jerónimo de la cual trajeron la materia utilizando herramientas manuales (pico, pala y carretilla).

Figura 267. Ubicación de la cantera Chuspí – San Jerónimo



Fuente: Elaboración propia

Ubicación de la cantera

Coordenadas: UTM WGS-84: 777102.268 E; 9211979.409 N

Trabajo de campo

El proyecto de estudio consideró la porción del terreno empleado para fabricar adobes, asimismo se realizaron otras pruebas mencionadas en la NTP E080.

Tabla 5. Descripción del suelo para la elaboración de adobes

Muestra	Profundidad	Cantidad
01	80 cm	450 kg

Fuente: Elaboración propia

Respecto al promedio del suelo patrón continuó con cálculo de la muestra de tierra a emplear, optaron por 60 bloques de dimensiones de (35x16x16) también se consideró una cantidad holgada de 5%.

Ensayo de cinta de barro

Analizaron la mínima cantidad representativa del terreno, se mojará u luego formará una cinta rozando con manos un espesor de 4 mm.

Figura 28. Ensayo de prueba elastica (cinta de barro)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Resultado de ensayo de cinta de barro

Muestra	Longitud	Limites NTP 080	promedio
01	18.50 cm	<10cm poca arcilla	18.20cm
02	18.30 cm		
03	17.80 cm	>20cm muy arcilloso	

Fuente: Elaboración propia

El largo de cinta de barro es 18.20cm donde los rangos especificados por la NTP E 080 muestran una correcta porción de arcilla en el terreno.

Ensayo de presencia de arcilla o resistencia seca

De la zona donde se extraerá el insumo se ejecutaron las pruebas de campo que se desarrollaron en bolitas de barro que reposaron por 24 horas.

Figura 279. Prueba de resistencia seca.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Resultado de ensayo de presencia de arcilla

Muestra	Tiempo	Mantiene su Consistencia
M1	48 h.	Si
M2	48 h.	Si
M3	48 h.	Si
M4	48 h.	Si

Fuente: *Elaboración propia*

De los resultados obtenidos en base al NTP. E 080 al pasar las 48 horas, no se agrietaron ni desmenuzaron y se concluye que el terreno tiene la cantidad correcta de arcilla y es aceptable para fabricar adobes.

Trabajo de laboratorio

En la sección se estableció los datos de la estructura del terreno por medio del análisis de granulometría, contenido húmedo, límite líquido, límite plástico, índice plástico, relatan la prueba de resistencia a la compresión y flexión y absorción del agua.

Análisis granulométrico (%)

Establece la repartición de las partículas de la granulometría constituyentes del terreno empleado para fabricar unidades de adobe, disgregando el tamaño de partículas respecto a los tamices del laboratorio.

Figura 3028. Análisis granulométrico



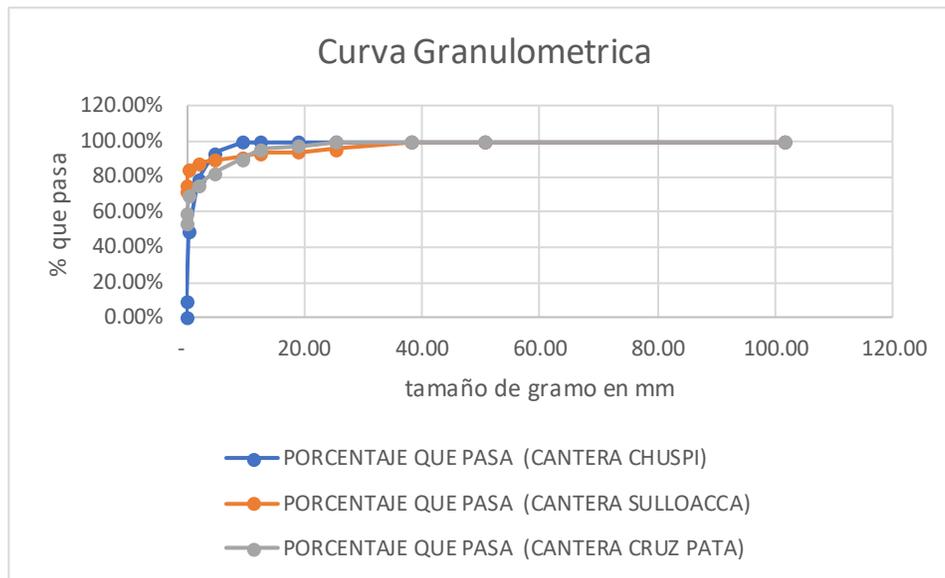
Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Análisis granulométrico de las tres canteras.

TAMAÑO DE TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA (CANTERA CHUSPI)	PORCENTAJE QUE PASA (CANTERA SULLOACA)	PORCENTAJE QUE PASA (CANTERA CRUZ PATA)
4"	101.60	100.00%	100.00%	100.00%
2"	50.80	100.00%	100.00%	100.00%
1 ½"	38.10	100.00%	100.00%	100.00%
1"	25.40	100.00%	95.81%	99.77%
¾"	19.10	100.00%	94.37%	97.75%
½"	12.70	100.00%	93.47%	95.89%
3/8"	9.52	100.00%	91.37%	90.02%
N° 4	4.76	98.64%	89.63%	82.44%
N° 10	2.00	95.41%	88.02%	75.35%
N° 40	0.43	88.95%	84.72%	69.82%
N° 100	0.14	80.44%	75.19%	53.58%
N° 200	0.07	78.57%	71.78%	59.60%
CAZUELA		1.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Curva granulométrica de las canteras Chuspí, Sulloacca, Cruz Pata.



Fuente: Elaboración propia

Resumen del análisis granulométrico de las 3 canteras analizadas para la fabricación de adobes:

- ✓ Cantera Chuspí: la porción retenida de partículas por tamiz N° 200 es 1.87%, señala que su gradación respecto a particularidades granulométricas: arena (N°4 – N° 200) con 20.07 % y finos (<N°200) un 78.57%.
- ✓ Cantera Sulloacca: la porción retenida de partículas por tamiz N° 200 es 3.42%, señala la gradación respecto a particularidades granulométricas: arena (N°4 – N° 200) con 17.85% y finos (<N°200) un 71.78%.
- ✓ Cantera Cruz Pata: la porción retenida de partículas por tamiz N° 200 es 0.84%, señala la gradación respecto a particularidades granulométricas: Grava (2" – N°4) un 22.84%, arena (N°4 – N° 200) con 34.63 % y finos (<N°200) un 59.60%.

Considerando lo obtenido de las 3 canteras escogidas (cantera Chuspí), porque tiene peculiaridades aptas para fabricar el adobe.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Tabla 9. Clasificación del suelo natural de las canteras

Cantera	Chuspí	Sulloaca
Profundidad (m)	1.50	1.50
Muestra	M-01	M-02
Arena (%)	20.07	17.85
Finos (%)	78.57	71.78
Clasificación SUCS	GC	CL
Clasificación AASTHO	A-7-6	A-6
Coefficiente de concavidad (Cc)	1.500	1.500
Coefficiente de uniformidad (Cu)	6.00	6.00

Fuente: Elaboración propia

Límites de Atterberg

Figura 31. Determinación de Limite Líquido y Limite Plástico del suelo natural de las canteras



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Límites de Atterberg de suelo natural de las canteras

CANTERAS	LL (%)	LP (%)	IP (%)
CHUSPÍ	47.3	26.4	20.8
SULLOACA	32.9	19.3	13.6

Fuente: Elaboración propia

Contenido de humedad

Estableció el líquido existente del suelo, esta prueba se desarrolló cumpliendo la norma NTP 339.127.

Figura 292. Secado de muestra de suelo.



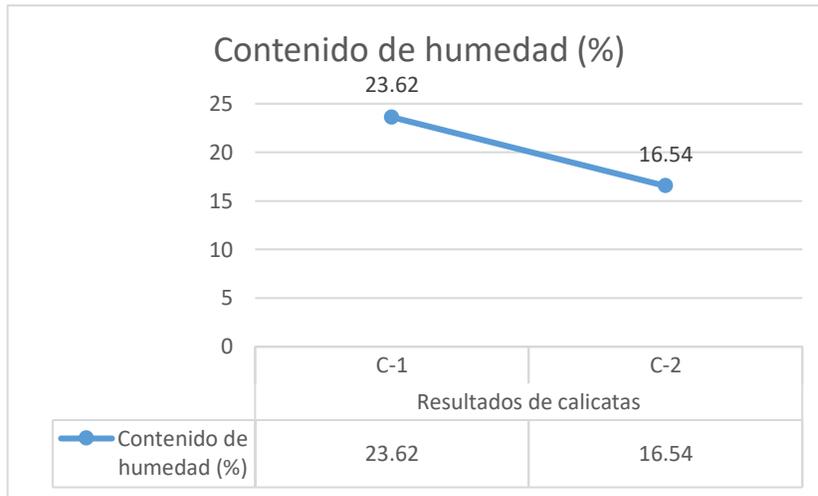
Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Contenido de humedad del suelo natural de las canteras seleccionadas

Descripción	Resultados de canteras	
	Chuspí	Sulloaca
Contenido de humedad (%)	23.62	16.54

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Comparación de contenido de humedad del suelo natural.



Fuente: Elaboración propia

El gráfico menciona el resumen de valores obtenidos del contenido húmedo de las canteras y terreno oriundo empleado para fabricar bloques de adobe; donde visualizamos el contenido húmedo de la cantera Chuspí, Sulloacca y Cruz Pata es 23.62%, 16.54% y 18.20% respectivo; promediado a 19.45%.

Proctor Modificado

La prueba obtiene el óptimo contenido de humedad y alcanza el grado superior compactado (Método A) de la norma ASTM D – 1557.91.

Tabla 22. Ensayo de Proctor Modificado del adobe de la muestra patrón.

Proctor Modificado	1		2		3		4		5	
W%	10.42	10.78	13.53	14	17.7	17.76	20.19	21.6	22.07	23.67
w	10.6		13.76		17.76		18.21		22.87	
DS(gr/cm3)	1.65		1.72		1.77		1.67		1.63	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. Proctor modificado del adobe de la muestra patrón.



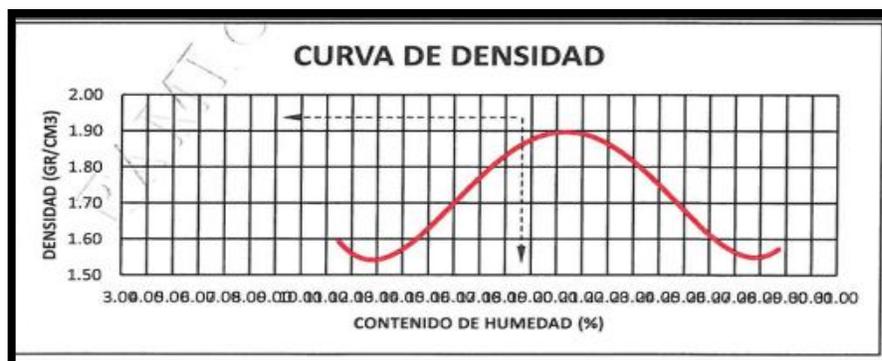
Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Proctor Modificado del adobe de la muestra patrón con adición de 1.0% de aceite de linaza.

Proctor Modificado	1		2		3		4		5	
W%	12.39	10.57	15.37	16.89	24.34	23.36	30.69	21.34	32.84	24.6
w	11.48		16.13		23.85		26.02		28.72	
D S(g/r/cm3)	1.65		1.71		1.76		1.61		1.57	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. Proctor modificado del adobe de la muestra patrón con adición de 1.0 %de aceite de linaza.



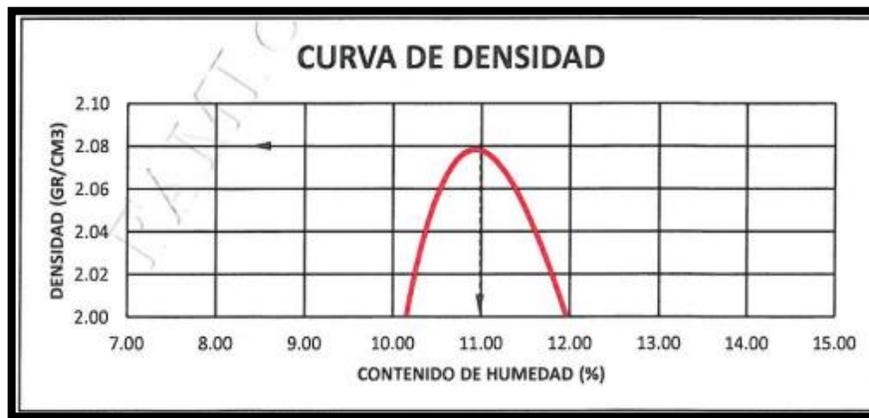
Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Proctor modificado del adobe de la muestra patrón con adición de 1.5% de aceite de linaza.

Proctor Modificado	1		2		3		4		5	
W%	13.03	6.06	0.44	19.2	1.06	34.32	9.26	21.68	6.64	21.28
w	9.54		9.8		17.69		15.47		13.96	
DS(gr/cm3)	1.79		1.92		1.82		1.8		1.78	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Proctor modificado del adobe de la muestra patrón con adición de 1.5% de aceite de linaza.



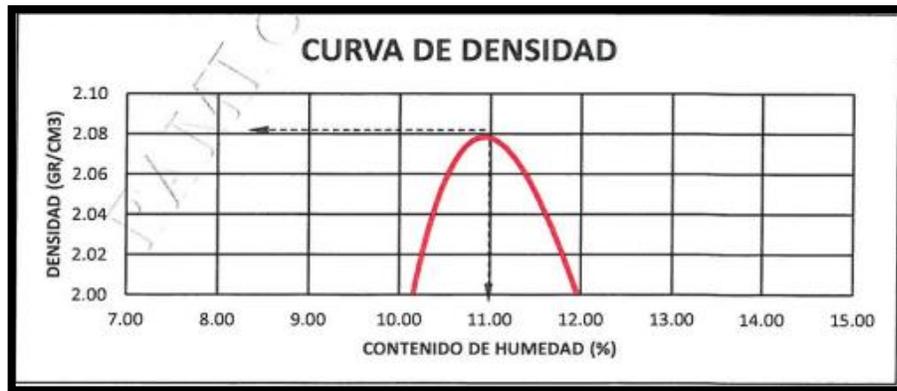
Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Proctor modificado del adobe de la muestra patrón con adición de 2.0% de aceite de linaza.

Proctor Modificado	1		2		3		4		5	
W%	13.03	6.06	0.44	19.17	1.06	34.32	9.26	21.68	6.64	21.28
w	9.54		9.8		17.69		15.47		13.96	
DS (gr/cm3)	1.79		1.9		1.82		1.8		1.78	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6. Proctor modificado del adobe de la muestra patrón con adición de 2.0% de aceite de linaza.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Proctor modificado del adobe de la muestra patrón con adición de 2.5% de aceite de linaza.

Proctor Modificado	1		2		3		4		5	
W%	11.13	3.93	9.73	10.43	13.68	16.15	19.84	21.68	23.85	21.28
w	7.53		10.08		14.92		20.76		13.57	
DS(gr/cm ³)	1.65		1.69		1.87		1.72		1.66	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7. Proctor modificado del adobe de la muestra patrón con adición de 2.5% de aceite de linaza.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Resumen del Proctor modificado del adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza

ADOBE	Identificación	Humedad Optima (%)	Densidad Máxima Seca (gr/cm3)
Muestra patrón adobe	Muestra M1	17.73	1.77
Adobe + 1.0% aceite de linaza	M1 + 1.0% aceite de linaza	23.85	1.76
Adobe + 1.5% aceite de linaza	M1 + 1.5% aceite de linaza	17.69	1.82
Adobe + 2.0% aceite de linaza	M1 + 2.0% aceite de linaza	17.69	1.82
Adobe + 2.5% aceite de linaza	M1 + 2.5% aceite de linaza	14.92	1.87

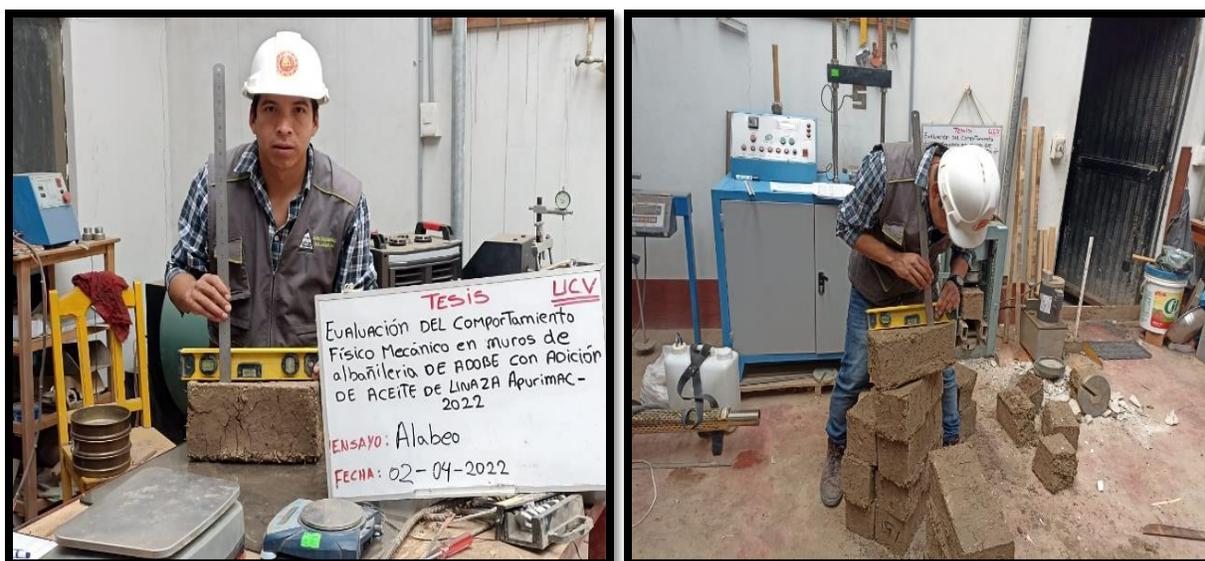
Fuente: Elaboración propia

OE 1: Determinar cómo influye la adición de aceite de linaza en las propiedades físicas del adobe, Apurímac-2022.

Variación Dimensional

Esta varianza empleó 07 muestras representativas de los porcentajes, se utilizó 2 reglas milimétricas en las caras del adobe apuntando sus medidas respetando la norma NTP 399.613. Asimismo, desarrolló medidas por sectores y luego realizó una semejanza promedio a los porcentajes totales.

Figura 303. Medición de las dimensiones del adobe



Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. Variación dimensional del adobe de la muestra patrón

PATRON												
Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Alto (cm)			
M1	34.32	34.24	34.14	34.75	14.57	14.71	14.70	14.38	15.25	15.73	15.80	15.33
M2	34.80	34.34	34.22	34.50	14.19	14.56	14.38	14.67	15.13	15.58	15.90	15.33
M3	34.45	34.48	34.70	34.50	14.47	14.61	14.48	14.53	15.57	15.40	15.44	15.34
M4	34.54	34.22	34.80	34.45	14.50	14.72	14.19	14.16	15.31	15.31	15.51	15.54
M5	34.72	34.29	34.61	34.18	14.52	14.42	14.70	14.23	15.26	15.40	15.22	15.41
M6	34.27	34.26	34.53	34.62	14.14	14.70	14.62	14.80	15.65	15.11	15.39	15.70
M7	34.79	34.64	34.16	34.37	14.71	14.41	14.40	14.48	15.54	15.32	15.29	15.33
DIM. PROMEDIO				34.46				14.50				15.43
DIM. NOMINAL				35				15				16
Var. Dimensional %				-1.54				-3.35				3.55

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 18 establecemos que las medidas del adobe del suelo patrón se diferencian en base al largo y ancho redujo 1.54cm y 3.35cm y el elevado aumento 3.55cm.

Tabla 69. Variación dimensional del adobe con adición del 1.0% del aceite de linaza

DOSIFICACIÓN 1.0%												
Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Alto (cm)			
M1	34.11	34.78	34.57	34.79	14.58	14.74	14.40	14.56	15.56	15.40	15.50	15.33
M2	34.15	34.53	34.14	34.53	14.40	14.27	14.13	14.73	15.36	15.17	15.41	15.64
M3	34.34	34.11	34.17	34.35	14.66	14.50	14.15	14.52	15.38	15.33	15.62	15.61
M4	34.21	34.33	34.62	34.22	14.13	14.78	14.43	14.65	15.47	15.70	15.61	15.35
M5	34.28	34.66	34.22	34.28	14.63	14.69	14.75	14.47	15.43	15.60	15.76	15.20
M6	34.51	34.77	34.65	34.80	14.32	14.17	14.11	14.14	15.48	15.70	15.32	15.20
M7	34.64	34.18	34.53	34.48	14.17	14.81	14.30	14.60	15.61	15.47	15.29	15.53
DIM. PROMEDIO				34.43				14.46				15.47
DIM. NOMINAL				35				15				16
Var. Dimensional %				-1.64				-3.62				3.34

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 visualizamos que al agregar 1.0% de aceite de linaza variaron las dimensiones del adobe en base al largo y ancho redujo 1.64 cm y 3.62cm, el elevado aumento 3.34cm.

Tabla 20. Variación dimensional del adobe con adición del 1.5% del aceite de linaza.

DOSIFICACIÓN 1.5%												
Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Alto (cm)			
M1	34.70	34.59	34.75	34.38	14.52	14.76	14.65	14.12	15.47	15.72	15.32	15.64
M2	34.15	34.24	34.10	34.36	14.80	14.67	14.81	14.47	15.74	15.21	15.58	15.54
M3	34.75	34.73	34.75	34.81	14.76	14.31	14.57	14.44	15.73	15.46	15.32	15.41
M4	34.16	34.16	34.50	34.77	14.38	14.41	14.48	14.44	15.41	15.34	15.69	15.70
M5	34.11	34.12	34.46	34.52	14.74	14.61	14.14	14.43	15.13	15.55	15.13	15.20
M6	34.25	34.14	34.60	34.58	14.72	14.38	14.38	14.38	15.36	15.78	15.81	15.11
M7	34.65	34.46	34.79	34.44	14.40	14.74	14.30	14.35	15.47	15.50	15.33	15.47
DIM. PROMEDIO				34.47				14.51				15.47
DIM. NOMINAL				35				15				16
Var. Dimensional %				-1.53				-3.30				3.32

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 visualizamos que al agregar 1.5% de aceite de linaza las dimensiones del adobe tuvieron una varianza en base al largo y ancho reduciendo 1.53cm y 3.30cm, el elevado aumentó 3.32cm.

Tabla 27. Variación dimensional del adobe con adición del 2.0% del aceite de linaza.

DOSIFICACIÓN 2.0%												
Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Alto (cm)			
M1	34.65	34.53	34.64	34.12	14.72	14.59	14.10	14.69	15.28	15.24	15.56	15.65
M2	34.45	34.11	34.36	34.47	14.43	14.49	14.61	14.20	15.12	15.32	15.20	15.39
M3	34.50	34.37	34.79	34.64	14.58	14.49	14.18	14.39	15.30	15.28	15.49	15.81
M4	34.76	34.61	34.43	34.47	14.54	14.37	14.43	14.41	15.26	15.30	15.32	15.45
M5	34.36	34.23	34.11	34.66	14.11	14.34	14.24	14.78	15.22	15.28	15.66	15.34
M6	34.19	34.61	34.65	34.10	14.76	14.41	14.67	14.62	15.81	15.21	15.28	15.15
M7	34.54	34.17	34.70	34.30	14.44	14.50	14.17	14.61	15.63	15.53	15.75	15.66
DIM. PROMEDIO				34.45				14.46				15.41
DIM. NOMINAL				35				15				16
Var. Dimensional %				-1.58				-3.60				3.69

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 visualizamos que al agregar 2.0% de aceite de linaza las dimensiones del adobe tuvieron una varianza en base al largo y ancho reduciendo 1.58cm y 3.60m, el elevado aumentó 3.69cm.

Tabla 82. Variación dimensional del adobe con adición del 2.5% del aceite de linaza.

DOSIFICACIÓN 2.5%												
Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Alto (cm)			
M1	34.9	34.56	34.3	34.54	14.76	14.72	14.16	14.15	15.57	15.19	15.38	15.27
M2	34.77	34.39	34.76	34.35	14.18	14.22	14.64	14.81	15.29	15.54	15.2	15.5
M3	34.21	34.73	34.4	34.26	14.61	14.63	14.11	14.3	15.38	15.37	15.44	15.31
M4	34.15	34.6	34.74	34.62	14.69	14.3	14.48	14.4	15.19	15.73	15.69	15.7
M5	34.21	34.48	34.61	34.43	14.19	14.62	14.31	14.59	15.32	15.64	15.8	15.77
M6	34.7	34.23	34.28	34.57	14.27	14.7	14.18	14.11	15.81	15.22	15.74	15.2
M7	34.58	34.75	34.79	34.49	14.14	14.66	14.14	14.27	15.3	15.79	15.39	15.53
DIM. PROMEDIO				34.51				14.41				15.47
DIM. NOMINAL				35				15				16
Var. Dimensional %				-1.39				-3.97				3.29

Fuente: Elaboración propia

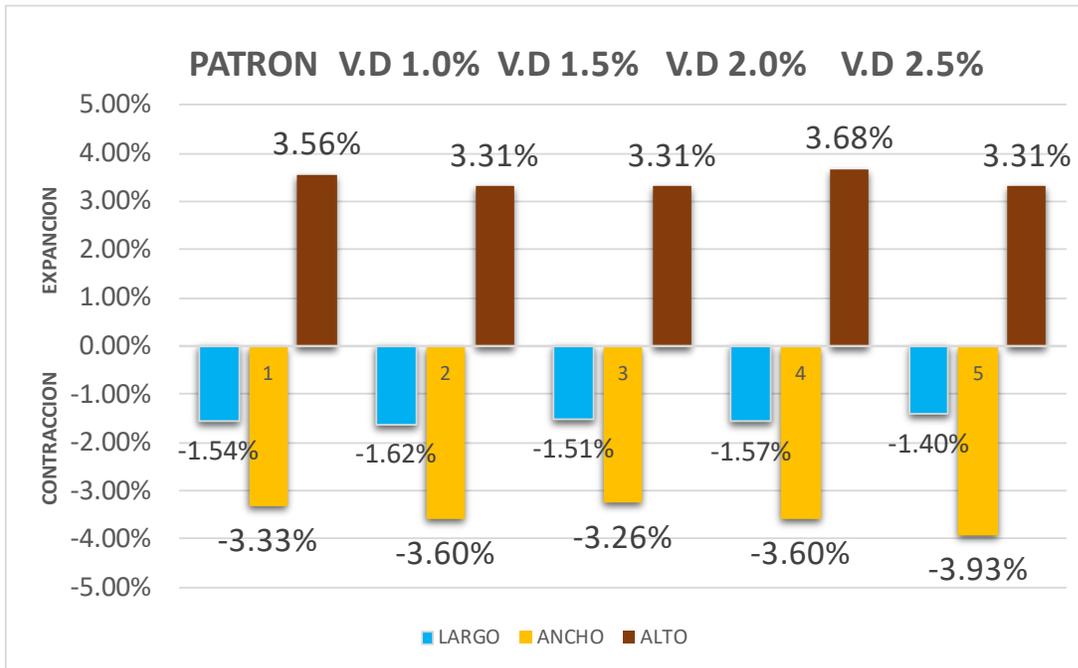
En la tabla 22 visualizamos que al añadir 2.5% de aceite de linaza las dimensiones del adobe tuvieron una varianza en base al largo y ancho reduciendo 1.39cm y 3.97cm, el elevado aumento 3.29cm.

Tabla 93. Resumen de variación dimensional del adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza

Dosificación	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)
Dim. Nominal	35	15	16
Muestra patrón	34.46	14.50	15.43
1.0% de aceite de linaza	34.43	14.46	15.47
1.5% de aceite de linaza	34.47	14.51	15.47
2.0% de aceite de linaza	34.45	14.46	15.41
2.5% de aceite de linaza	34.51	14.41	15.47
V.D. (%) patrón	-1.54%	-3.35%	3.56%
V.D. (%) 1.0%	-1.64%	-3.62%	3.34%
V.D. (%) 1.5%	-1.53%	-3.30%	3.32%
V.D. (%) 2.0%	-1.58%	-3.60%	3.69%
V.D. (%) 2.5%	-1.39%	-3.97%	3.29%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. Resumen de la variación dimensional del adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza.



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico visualiza que adobes de porcentajes 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% tuvieron imperfecciones en sus dimensiones en base a los valores nominales, el adobe patrón se deformó enormemente, largo: -1.54%, ancho -3.33% y alto 3.56%, y con 1.0% y 2.0% el adobe sufrió gran deformación del largo, y ancho fue el 2.5% de incorporación, la deformación inferior en la altura de los bloques resulto del .0%, 1.5% y 2.5%.

Absorción

Mediante el ensayo se determina la cantidad de líquido que el bloque de adobe absorberá, donde se descomponen fácilmente al chocar con el líquido, en la prueba de absorción escogieron 6 muestras del adobe patrón y 6 especímenes de adobe incorporado con aceite de linaza en cada porcentaje.

Figura 34. Inmersión de las muestras para realizar el ensayo de absorción



Fuente: Elaboración propia

Tabla 104. Ensayo de absorción de agua de abobe estabilizado de la muestra patrón.

Muestra	Peso seco (gr.)	Peso saturado (gr.)
M1	11800.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo
M2	11650.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo
M3	11520.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo
M4	11450.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo
M5	11740.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo
M6	11.654.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 establecemos que los adobes se sumergen 24 horas, a los 30 minutos se destruyeron, porque no se registró la porción absorbida de líquido.

Tabla 25: *Ensayo de absorción de agua de abobe estabilizado con adición al 1.0% de aceite de linaza.*

Muestra	Peso seco (gr.)	Peso saturado (gr.)
M1	11754.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo
M2	11878.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo
M3	11456.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo
M4	11723.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo
M5	11489.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo
M6	11365.00	No se puede pesar el bloque debido que se deshizo

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 25 establecemos que los adobes se sumergen 24 horas, a los 30 minutos se destruyeron, ya que no se registró la porción de líquido absorbido

Tabla 26. Ensayo de absorción de agua de abobe estabilizado con adición al 1.5% de aceite de linaza.

PORCENTAJE DE ABSORCION 1.5%			
MUESTRA	PESO SECO(Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	11.189	12.478	11.52
2	11.286	12.578	11.45
3	11.348	12.458	10.84
4	11.458	12.786	11.59
5	11.346	12.675	11.71
6	11.363	12.558	10.52
PROMEDIO			11.27

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Ensayo de absorción de agua de abobe estabilizado con adición al 2.0% de aceite de linaza.

PORCENTAJE DE ABSORCION 2.0%			
MUESTRA	PESO SECO(Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	11.136	12.520	12.43
2	11.123	12.615	13.41
3	11.215	12.724	13.46
4	11.321	12.779	12.88
5	11.245	12.735	13.25
6	11.312	12.856	13.65
PROMEDIO			13.18

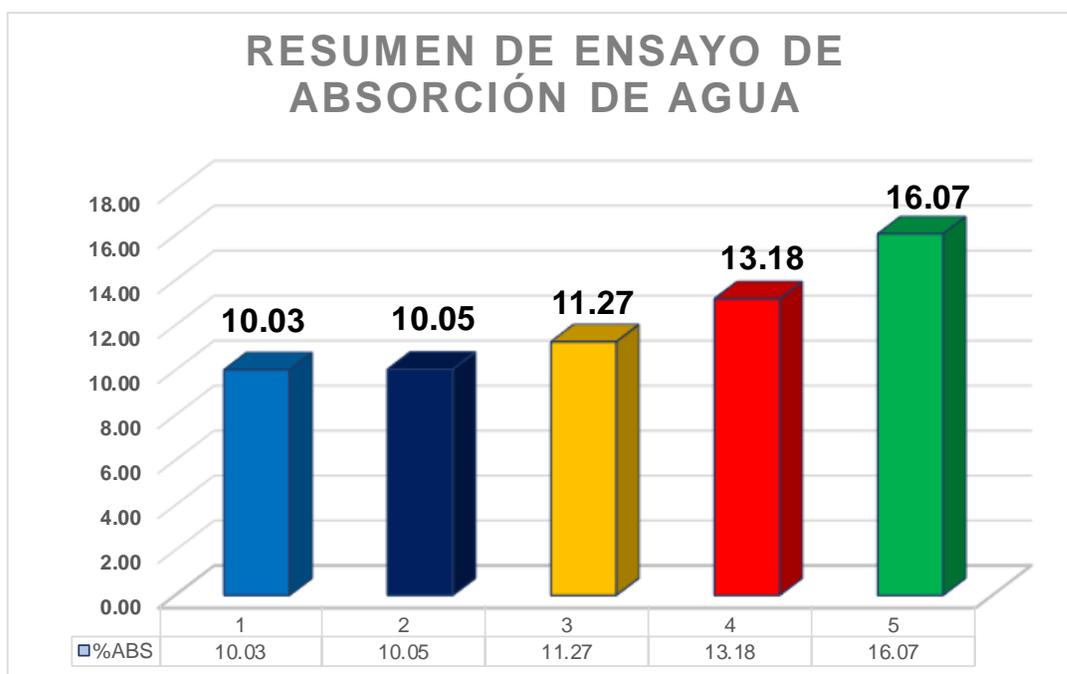
Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Ensayo de absorción de agua de abobe estabilizado con adición al 2.5% de aceite de linaza.

PORCENTAJE DE ABSORCION 2.5%			
MUESTRA	PESO SECO(Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	11.097	12.765	15.03
2	11.215	12.932	15.31
3	11.121	13.012	17.00
4	11.064	12.894	16.54
5	11.076	12.916	16.61
6	11.146	12.923	15.94
PROMEDIO			16.07

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9. Resumen de Ensayo de absorción de agua de abobe de la muestra patrón y con adición al 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza.



Fuente: Elaboración propia

De la figura los resultados de descomposición de adobes se dan en minutos. Expresando una restricción de las propiedades geométricas en la resistencia al agua absorbida sometiendo al adobe patrón a aumentar en 1.0%,1.5%,2.0%,2.05%. de aceite de linaza. Los adobes con gran cantidad de aceite de linaza brindaron periodos prolongados de estabilización considerando el 2.5% de adobe incorporado resultando una mejor estabilización de 2 horas y 30 minutos con 60 minutos superior al adobe patrón.

OE 2: Determinar cómo influye la adición de aceite de linaza en las propiedades mecánicas del adobe, Apurímac-2022.

Resistencia a compresión

El ensayo de resistencia a compresión establece la fuerza que el adobe soporta para su independencia, para que el ensayo progrese se tomó en cuenta muestras de adobe patrón y lo mismo con aceite de linaza en 1.0%, 1.5%, 2.0%, y 2.5% bajo 28 días secando, se aplicaron 6 cubos a cada porcentaje tomando 6 cubitos como buena respuesta al análisis, respetando la NTP E 080.

Figura 35. *Ensayo de resistencia a compresión cubos de 10cm x 10cm.*



Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Ensayo de resistencia a compresión del adobe de la muestra patrón.

MUESTRA PATRON							
Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área	Peso (kg)	Lectura	Diseño
M1	9.98	9.99	9.98	99.70	6.58	12.79	12
M2	9.99	9.99	9.98	99.80	6.45	12.71	12
M3	9.97	9.98	9.98	99.50	6.35	12.75	12
M4	9.99	9.96	9.97	99.50	6.71	12.81	12
M5	9.98	9.98	9.96	99.60	6.68	12.86	12
M6	9.97	9.96	9.95	99.30	6.56	12.78	12
Promedio						12.78	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110. Ensayo de resistencia a compresión del adobe con adición al 1.0% de aceite de linaza.

DOSIFICACION 1.0%							
Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Lectura dial (KN)	Diseño (Kg/cm ²)
M1	9.98	9.98	9.99	99.6	6.89	12.91	12
M2	9.99	9.99	9.98	99.8	6.97	12.92	12
M3	9.97	9.98	9.98	99.5	6.79	12.94	12
M4	9.96	9.99	9.98	99.5	6.88	12.93	12
M5	9.98	9.97	9.98	99.5	6.95	12.89	12
M6	9.99	9.97	9.99	99.6	6.85	12.91	12
Promedio						12.92	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 121. Ensayo de resistencia a compresión del adobe con adición al 1.5% de aceite de linaza.

DOSIFICACION 1.5%							
Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Lectura dial (KN)	Diseño (Kg/cm ²)
M1	9.98	9.99	9.98	99.70	6.78	13.98	12
M2	9.99	9.99	9.98	99.80	6.72	13.89	12
M3	9.97	9.98	9.98	99.50	6.97	13.96	12
M4	9.99	9.96	9.97	99.50	6.82	13.76	12
M5	9.98	9.98	9.96	99.60	6.95	13.36	12
M6	9.97	9.96	9.95	99.30	6.95	13.38	12
Promedio						13.72	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 132. Ensayo de resistencia a compresión del adobe con adición al 2.0% de aceite de linaza.

DOSIFICACION 2.0%							
Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Lectura dial (KN)	Diseño (Kg/cm ²)
M1	9.98	9.99	9.98	99.70	7.12	14.23	12
M2	9.99	9.99	9.98	99.80	7.23	14.36	12
M3	9.97	9.98	9.98	99.50	7.34	14.38	12
M4	9.99	9.96	9.97	99.50	7.16	14.52	12
M5	9.98	9.98	9.96	99.60	7.56	14.47	12
M6	9.97	9.96	9.95	99.30	7.62	14.18	12
Promedio						14.36	

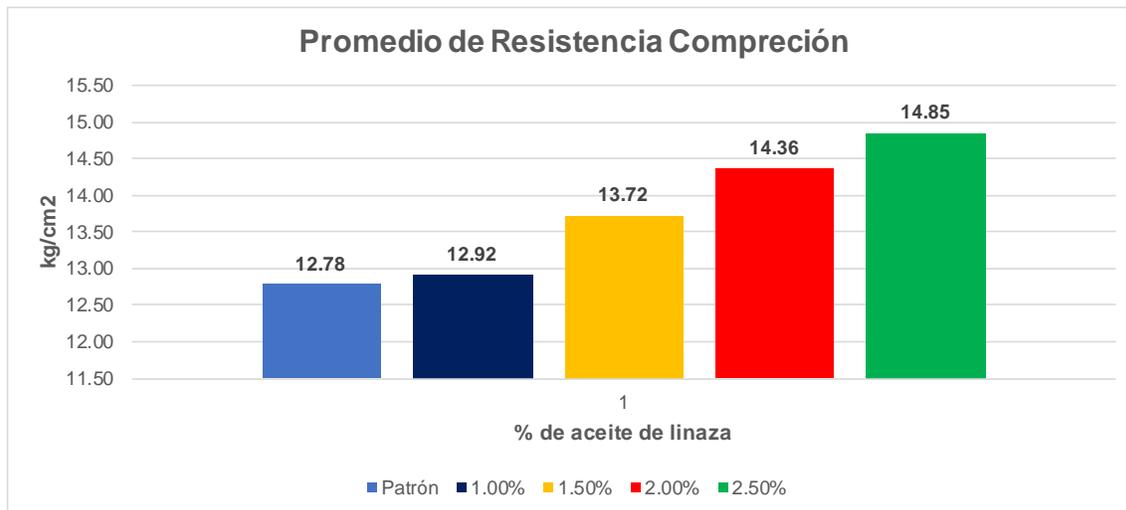
Fuente: Elaboración propia

Tabla 143. Ensayo de resistencia a compresión del adobe con adición al 2.5% de aceite de linaza.

DOSIFICACION 2.5%							
Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Lectura dial (KN)	Diseño (Kg/cm ²)
M1	9.98	9.99	9.98	99.70	7.54	14.98	12
M2	9.99	9.99	9.98	99.80	7.65	14.79	12
M3	9.97	9.98	9.98	99.50	7.45	14.93	12
M4	9.99	9.96	9.97	99.50	7.85	14.83	11
M5	9.98	9.98	9.96	99.60	7.84	14.72	12
M6	9.97	9.96	9.95	99.30	7.65	14.87	12
Promedio						14.85	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10. Resumen de ensayos de resistencia a compresión del adobe con adición al 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza



Fuente: Elaboración propia

La figura expresa lo obtenido de la fuerza a compresión del suelo patrón de 12.78 kg/cm² y agregando 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza fueron: 12.92, 13.72, 14.36, 14.85 kg/cm², respectivos; consideran el aumento en 1.08%, 7.36%, 12.36% y 16.20% respectivos.

Establece que según la norma E0.80, las muestras concuerdan con resistencia inferior de (10.20kg/cm²), el porcentaje optimo fue 2.5%.

Resistencia a flexión

En semejanza con la prueba a compresión, esta prueba se desplegó respecto a la norma NTP E.080, la herramienta empleada fue la prensa hidráulica, las muestras rectangulares de 35 x 15 x 16cm de dimensión, se desempeñó el requisito de 6 muestras experimentadas considerando las 4 óptimas muestras que determinan la resistencia a la flexión.

Figura 31. Falla producida al someter el bloque de adobe a ensayo de resistencia a flexión.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Resistencia a flexión del adobe de la muestra patrón.

PATRON					
Muestra	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre (cm ²)	Peso (kg)	Dial (KN)
M1	13.24	15.12	32	11.256	0.745
M2	13.38	15.23	32	11.385	0.735
M3	13.75	15.2	32	11.254	0.714
M4	13.36	15.21	32	11.456	0.726
M5	13.16	15.35	32	11.378	0.748
M6	13.25	15.15	32	11.468	0.715
	Promedio				0.731

Fuente: Elaboración propia

Tabla 155. Resistencia a flexión del adobe con adición de 1.0% de aceite de linaza.

DOSIFICACION N 1.0%					
Muestra	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre (cm ²)	Peso (kg)	Dial (KN)
M1	13.74	15.32	32	11.756	0.897
M2	13.68	15.63	32	11.785	0.845
M3	13.75	15.43	32	11.854	0.874
M4	13.86	15.58	32	11.856	0.865
M5	13.96	15.65	32	11.978	0.897
M6	13.85	15.45	32	11.868	0.785
Promedio					0.861

Fuente: Elaboración propia

Tabla 166. Resistencia a flexión del adobe con adición de 1.5% de aceite de linaza.

DOSIFICACION N 1.5%					
Muestra	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre (cm ²)	Peso (kg)	Dial (KN)
M1	13.52	15.21	32	11.864	0.794
M2	13.45	15.42	32	11.684	0.778
M3	13.65	15.32	32	11.798	0.798
M4	13.23	15.47	32	11.985	0.791
M5	13.85	15.63	32	11.765	0.784
M6	13.45	15.48	32	11.885	0.778
Promedio					0.787

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Resistencia a flexión del adobe con adición de 2.0% de aceite de linaza.

DOSIFICACION N 2.0%					
Muestra	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre (cm ²)	Peso (kg)	Dial (KN)
M1	13.26	15.68	32	12.112	0.831
M2	13.75	15.52	32	12.184	0.838
M3	13.25	15.32	32	12.178	0.838
M4	13.13	15.47	32	12.056	0.831
M5	13.38	15.33	32	12.278	0.834
M6	13.18	15.98	32	12.089	0.828
Promedio					0.833

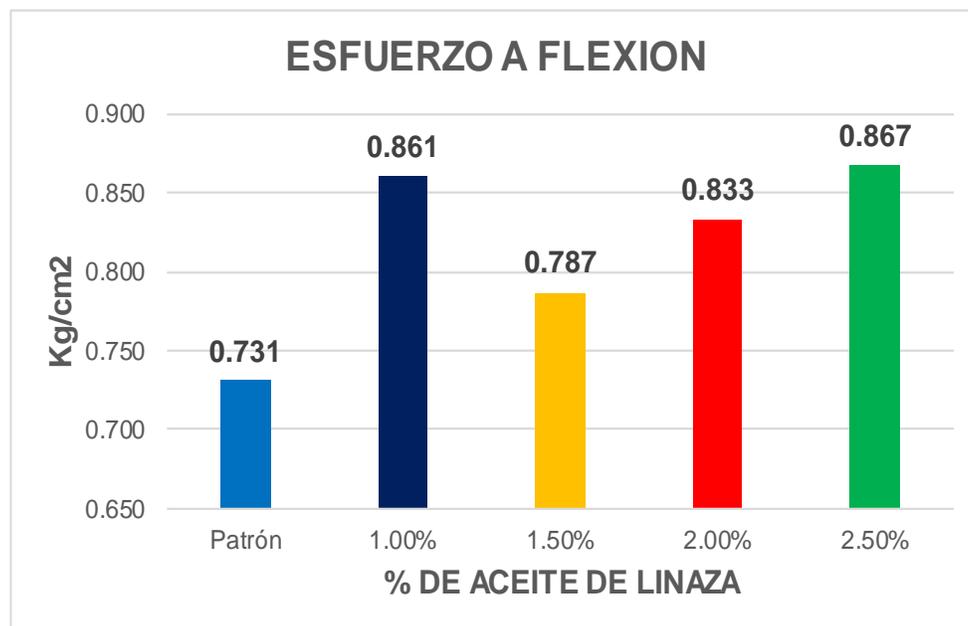
Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Resistencia a flexión del adobe con adición de 2.5% de aceite de linaza.

DOSIFICACION N 2.5%					
Muestra	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre (cm ²)	Peso (kg)	Dial (KN)
M1	13.42	15.29	32	12.564	0.847
M2	13.48	15.22	32	12.784	0.865
M3	13.62	15.37	32	12.698	0.858
M4	13.33	15.43	32	12.485	0.861
M5	13.72	15.43	32	12.365	0.874
M6	13.58	15.46	32	12.785	0.898
Promedio					0.867

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 118. Resumen de resistencia a flexión del adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza



Fuente: Elaboración propia

La figura expresa lo obtenido del esfuerzo a la flexión del suelo patrón de 7.31 kg/cm² y agregando 1.0%, 1.5% y 2.0% y 2.5% de aceite de linaza fueron: 8.61 kg/cm², 7.87 kg/cm², 8.33 kg/cm² y 8.67 kg/cm², respectivos; adicionando 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza la resistencia a flexión aumento en: 17.48%, 7.66%, 13.95% y 18.60%.

Según la norma E0.80, la resistencia a flexión inferior es 6.12 kgf/cm², todos respetan la norma, considerando 2.5% como porción apta.

OE 3: Determinar cómo influye la dosificación de la adición de aceite de linaza en las propiedades físico-mecánicas del adobe, Apurímac-2022.

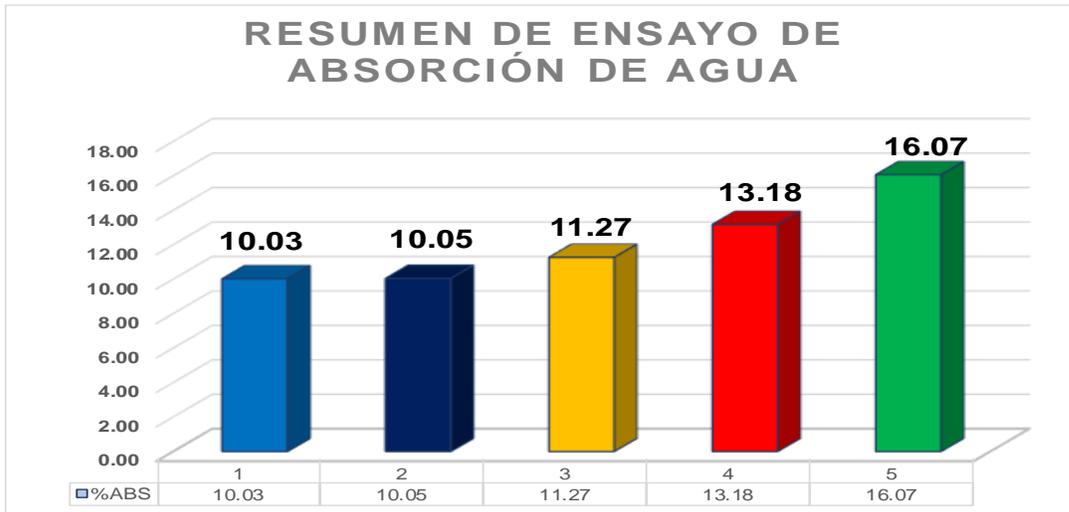
***Tabla 39.** Resumen de la influencia de dosificación en las propiedades físico mecánicas del adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza*

Descripción	Absorción (%)	Compresión (kg/cm ²)	Flexión (kg/cm ²)
Patrón	10.03	12.78	7.31
1% de aceite de linaza	10.05	12.92	8.61
1.5% de aceite de linaza	11.27	13.72	7.87
2% de aceite de linaza	13.18	14.36	8.33
2.5% de aceite de linaza	16.07	14.85	8.67

***Fuente:** Elaboración propia*

Absorción

Gráfico 12. Resumen de Ensayo de absorción de agua de adobe de la muestra patrón y con adición al 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza.

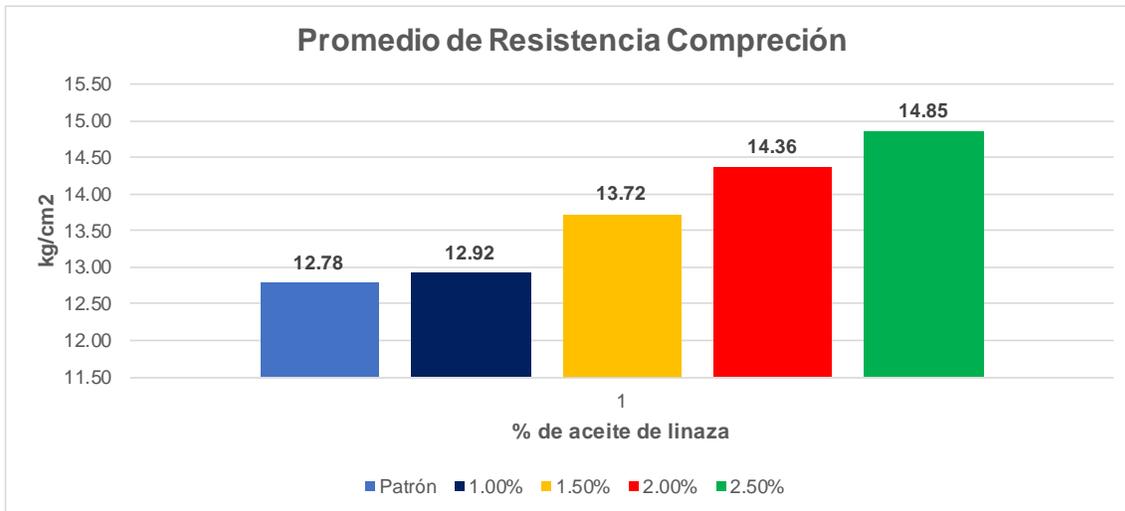


Fuente: Elaboración propia

De la figura visualizamos el aumento del porcentaje de aceite de linaza en 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% afectando beneficiosamente la impregnación del adobe; aumentando en: 0.20%, 12.36%, 31.41% y 60.22%, incluyendo los parámetros normados.

Resistencia a compresión

Gráfico 13. Resumen de ensayos de resistencia a compresión del adobe con adición al 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza



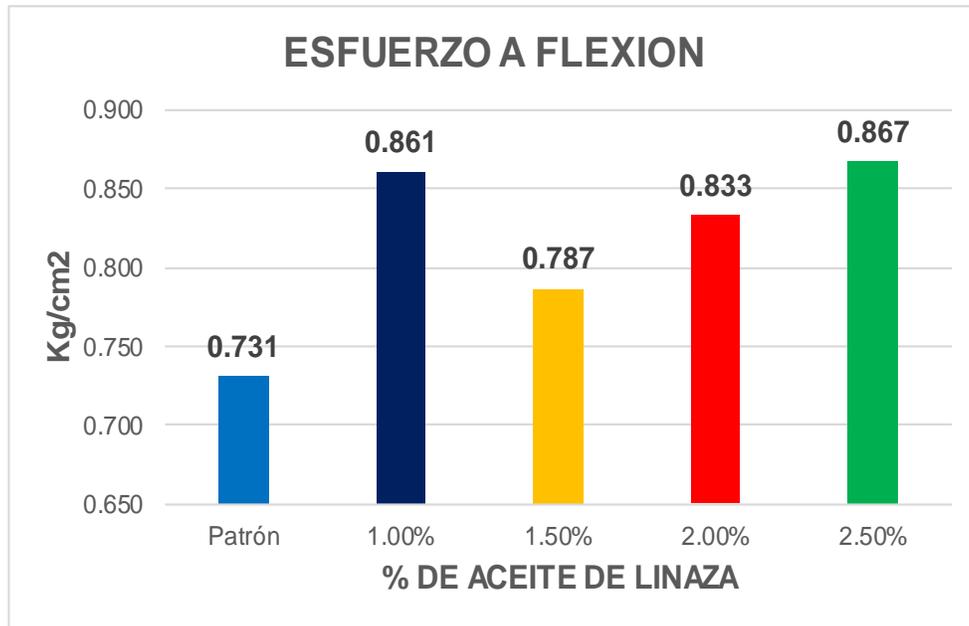
Fuente: *Elaboración propia*

De la figura visualizamos el aumento del porcentaje de aceite de linaza en 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%, afectó beneficiosamente de la resistividad a la compresión del adobe, acrecentando en: 1.08%, 7.36%, 12.36% y 16.20% respectivos.

Estima en base a la norma E0.80, las muestras totales que respetan la resistencia inferior (10.20kg/cm²), la dosificación apta fue 2.5%.

Resistencia a flexión

Gráfico.14 *Resumen de resistencia a flexión del adobe de la muestra patrón y con adición de 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza*



Fuente: Elaboración propia

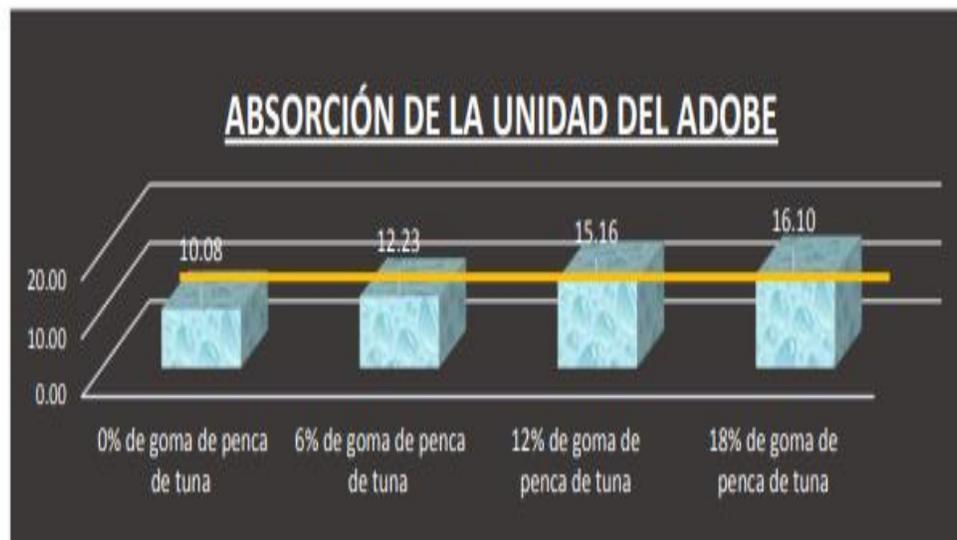
De la figura visualizamos el porcentaje de aceite de linaza incorporado al 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%, afectó beneficiosamente la resistencia del adobe a flexión, aumentando en: 17.48%, 7.66%, 13.95% y 18.60% respectivos.

Según la norma E0.80, la resistencia a flexión inferior es 6.12 kgf/cm², y, respetando la norma, considerando el 2.5% como porción apta.

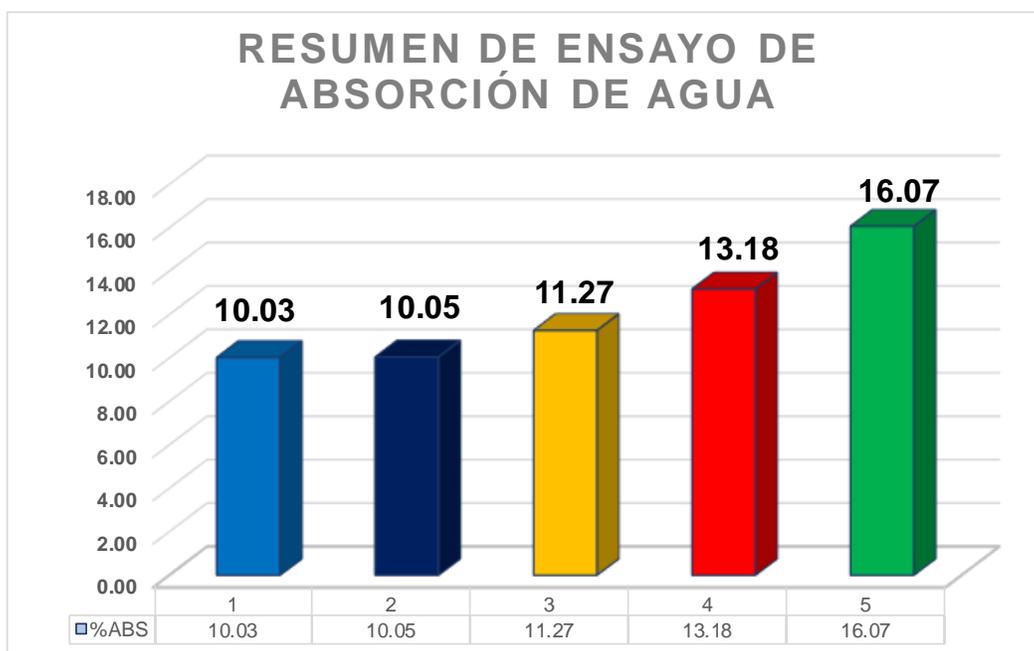
V. DISCUSIÓN

OE 1: Determinar cómo influye la adición de aceite de linaza en las propiedades físicas del adobe, Apurímac-2022.

Córdova (2020), en su estudio denominado “Estabilización del adobe con goma de penca de tuna para optimar la conducta física - mecánica del barro en Lunahuaná, 2020”. En lo obtenido respecto a las propiedades físicas: % de impregnación para el adobe patrón fue 10.08%, agregando en 6%, 12% y 18% este aditivo fue 12.23%, 15.16% y 16.10%.



De nuestro proyecto lo obtenido de la absorción del líquido al agregar 0%,1.0%,1.5%,2.0%,2.5%. de aceite de linaza, los valores fueron: 10.03%, 10.05%, 11.27%, 13.18% y 16.07%. Los adobes superiormente altos de aceite de linaza obtuvieron periodos prolongados de estabilización considerando al adobe con 2.5% de incremento que resultó mejor estabilización hasta 2 horas y 30 minutos 60 minutos comparado al adobe patrón.



Para Córdova (2020), añadiendo 6%, 12% y 18% de goma de penca de tuna al adobe, la cantidad de absorción aumentó respecto al suelo patrón (10.08%) en: 21.33%, 50.40% y 59.72% respectivas, y en la actual indagación al añadir el 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza aumentó en: 0.20%, 12.36%, 31.41% y 60.22%. Respecto a los resultados del actual estudio y de Córdova existe concordancia.

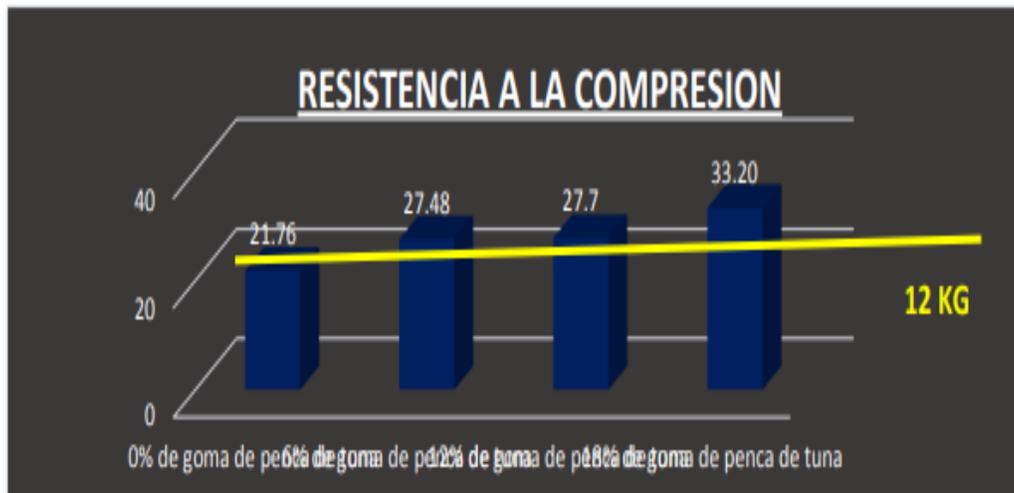
Lo obtenido por Córdova respeta la porción de absorción aceptable respecto a la NTP 399.613 (2017); lo logran agregar 1.5%, 2.0% y 2.5% provocando que los suelos patrón y el aumento en 1.0% se descomponen.

Las pruebas ensayadas de las dosificaciones absorbidas son aptas, por que establecen valores al añadir 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%; cabe mencionar que al alcanzar los valores distintos ya que se aplicaron diferentes tipos de totora más mínimo y delgado; se obtuvieron los valores referidos de la NTP 399.613 (2017).

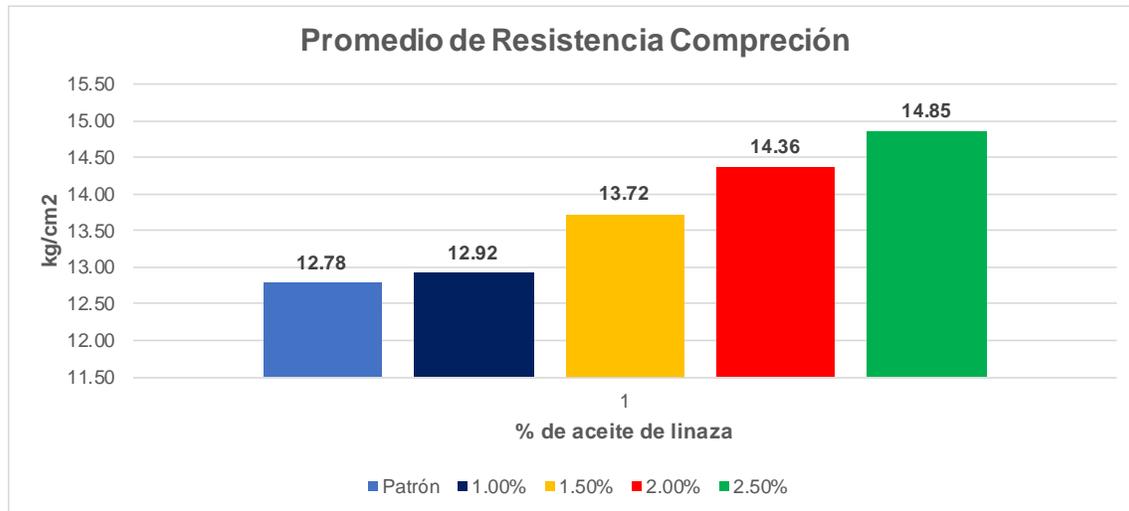
OE 2: Determinar cómo influye la adición de aceite de linaza en las propiedades mecánicas del adobe, Apurímac-2022.

Resistencia a compresión en cubos

Para Córdova (2020), en su estudio de resistencia a compresión en cubitos de adobe del suelo patrón fue 21.76 kg/cm², añadiendo 6%, 12% y 18% de goma de penca de tuna fue: 27.48 kg/cm², 27.70 kg/cm² y 33.20 kg/cm², aumentando la resistencia a compresión en base al suelo patrón en: 26.29%, 27.30% y 52.57% respectivos.



En nuestro estudio la resistencia a la compresión en cubos de adobe del suelo patrón fue 12.78 kg/cm² añadiendo 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza fue: 12.92 kg/cm², 13.72 kg/cm², 14.36 kg/cm² y 14.85 kg/cm², elevando la resistencia a la compresión en cubitos según el suelo patrón en: 1.08%, 7.36%, 12.36% y 16.20% respectivas. (ver gráfico)



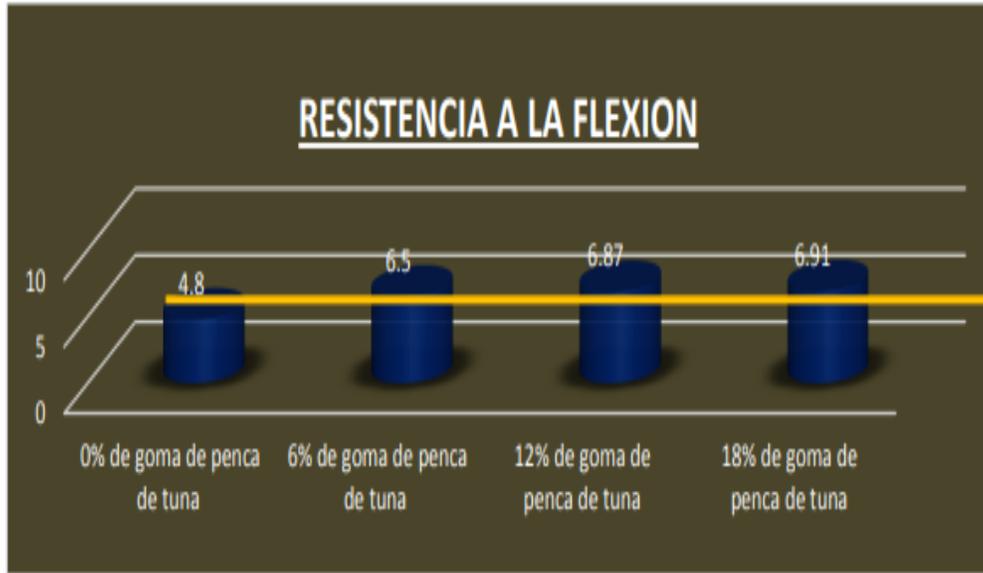
Para Córdoba (2020), añadiendo 6%, 12% y 18% de goma de penca de tuna, lo obtenido a compresión en cubos aumentaron en base al suelo patrón (21.76 kg/cm²) en: 26.29%, 27.30% y 52.57% respectivas, en el actual estudio, agregando 1.0%, 1.5%, 2.0% de aceite de linaza, en bloques de adobe aumentó en: 1.08%, 7.36%, 12.36% y 16.20% respectivamente. Según valores del estudio y los de Córdoba presenta concordancia.

Los resultados de Córdoba (2020), respetan la mínima resistencia a compresión de cubos 10.20kg/cm² según norma E0.80; en este contexto, se cumple al agregar 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% siendo el más destacable 2.5%.

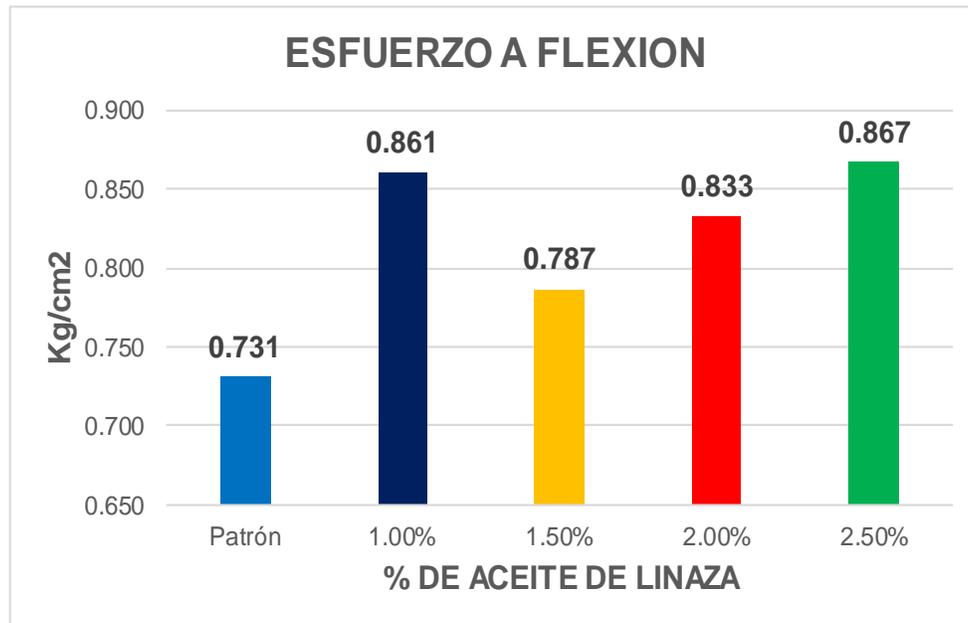
Las pruebas en compresión de cubos son aptas, estableciendo los valores añadiendo 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%.

Resistencia a flexión en cubos

Para Córdoba (2020), las pruebas de resistencia a flexión en cubitos de adobe al suelo patrón fue 4.8 kg/cm², adicionando 6%, 12% y 18% de goma de penca de tuna fue: 6.5 kg/cm², 6.87 kg/cm² y 6.91 kg/cm², aumentando en: 35.42%, 43.13% y 43.96% respectivo.



De nuestro estudio la resistencia a flexión en cubitos de adobe del patrón fue 7.31 kg/cm² y añadiendo 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza fue: 8.61 kg/cm², 7.87 kg/cm², 8.33 kg/cm² y 8.67 kg/cm², elevando su resistencia a compresión en cubitos según el suelo patrón en: 17.78%, 7.66%, 13.95% y 18.60% respectivas. (ver gráfico)



Para Córdova (2020), añadiendo 6%, 12% y 18% de goma de penca de tuna en bloques de adobe, lo obtenido de flexión en cubitos aumentaron según el patrón (4.8 kg/cm²) de: 35.42%, 43.13% y 43.96% respectivo, y del actual proyecto, añadiendo 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza en bloques de adobe aumentó: 17.78%, 7.66%, 13.95% y 18.60% respectivo. De lo hallado del estudio y de Córdova hay concordancia.

Los resultados de Córdova (2020), respetan la mínima resistencia a flexión de cubitos, respecto a la norma E.080; en este contexto, al añadir 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% donde el porcentaje de 2.5% resalta.

Los ensayos en flexión de cubitos son aptos, por que establecen los valores adicionando 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%.

OE 3: Determinar cómo influye la dosificación de la adición de aceite de linaza en las propiedades físico mecánicas del adobe, Apurímac-2022.

Córdova (2020), en su tesis para optimizar adobe empleo 6%, 12% y 18% de goma de penca de tuna, obteniendo diferentes porcentajes, afectaron ventajosamente para la resistencia a compresión y flexión simple donde el 18% el destacable respetando los parámetros establecidos por la normativa.

Descripción	Absorción (%)	Compresión (kg/cm ²)	Flexión (kg/cm ²)
Patrón	10.08	21.76	4.8
6% de goma de penca de tuna	12.23	27.48	6.5
12% de goma de penca de tuna	15.16	27.70	6.87
18% de goma de penca de tuna	16.10	33.20	6.91

La investigación aplicó aceite de linaza para optimizar adobes aplicando porcentajes 1%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de donde se hallaron valores favorables en el ensayo a la compresión y flexión sencilla considerando el 2.5% como más destacable, respetando los requerimientos predichos por la normativa. En base a la absorción consume con la normativa.

Descripción	Absorción (%)	Compresión (kg/cm²)	Flexión (kg/cm²)
Patrón	10.03	12.78	7.31
1% de aceite de linaza	10.05	12.92	8.61
1.5% de aceite de linaza	11.27	13.72	7.87
2% de aceite de linaza	13.18	14.36	8.33
2.5% de aceite de linaza	16.07	14.85	8.67

Córdoba en su proyecto presenta una concordancia en la absorción, resistencia a la compresión y flexión, donde en ambos estudios aumenta de forma beneficiosa. Es importante mencionar que los valores resultantes de la adición de aceite de linaza en 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%, optimiza propiedades del adobe. Los ensayos de absorción, resistencia de compresión y flexión son correctos, ya que establecieron valores correspondientes a las pruebas.

VI. CONCLUSIONES

Al enseñar los resultados importantes como resumen del estudio se alcanza cumplir con el objetivo general y específicos propuesto al comienzo del estudio.

De las propiedades físicas del adobe se menciona:

Los resultados obtenidos del estudio agregando 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza de la elaboración de adobe afectan las propiedades físicas en relación al adobe patrón, los adobes con elevado contenido de aceite de linaza obtuvieron tiempos prolongados de estabilización donde el adobe con 2.5% de incorporación resultando mayor estabilidad hasta 2 horas y 30 minutos y 60 minutos comparado al adobe patrón.

En relación de la conducta mecánica tenemos:

Los resultados del esfuerzo a la compresión del suelo patrón fue 12.78 kg/cm² y añadiendo 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza fueron: 12.92, 13.72, 14.36, 14.85 kg/cm², respectivas; se expone que el 2.5% aumentó 16.20% y agregando 1.0%, 1.5% y 2.0% aumenta 1.08%, 7.36% y 12.36% respectivas, considerando como porcentaje apto 2.5%, según nuestro patrón.

Los resultados del esfuerzo a flexión del suelo patrón fue 7.31 kg/cm² y adicionando 1.0%, 1.5% y 2.0% y 2.5% de aceite de linaza fueron: 8.61 kg/cm², 7.87 kg/cm², 8.33 kg/cm² y 8.67 kg/cm², respectivas; expone que añadiendo 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% de aceite de linaza la resistencia a flexión aumentó: 17.78%, 7.66%, 13.95% y 18.60%, considera el porcentaje óptimo se da al añadir 2.5% de aceite de linaza.

VII. RECOMENDACIONES

1. Proponer al Ministerio de Vivienda y construcción y Saneamiento incluir en la norma E.080 de adobe, la aplicación de aceite de linaza que mejora las propiedades mecánicas y físicas del adobe en base a grado afectado por la lluvia.
2. Se recomienda que mediante los gobiernos regionales y locales facultan a la población rural empleando el proceso constructivo con tierra, para emplear aditivos estabilizantes como el aceite de linaza.
3. Es necesario secar los bloques de adobe en zona donde el sol no caiga directamente ya que provoca grietas y fisuras.
4. Los valores obtenidos del estudio se conocen a los pobladores del departamento de Apurímac para optimar la calidad de fabricación de viviendas donde apliquen el adobe.

REFERENCIAS

Arquitectos, M. 2. (2020). Construcción con Tierra. Meta Veinte. Obtenido de <https://www.meta2020arquitectos.com/construccion-con-tierra/>

Baraya, S. (2020). Adobe: el material reciclable más sostenible. México: Universidad Nacional de Colombia.

Cuitiño, F. (2020). Calidad los elementos de construcción con tierra. España: akal.

Díaz, G. (2015). Propiedades del aceite de linaz. San Francisco.

Fernando, J. (2018). Arquitectura a Base de Tierra. Colombia: ERA.

Hernandez, V. (2010). El adobe, ventajas y características térmica. General: Revista Escala.

Igarishi, J. (2009). Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca.

Ministerio de Vivienda y construcción. (2010). Manual de Construcción. Perú: Ministerio de Vivienda y construcción.

Navarro, A. (2014). Aceite de Lionaza. Importancia del Aceite de Linaza.

Resolución Ministerial N° 121-2017. (2017). Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. El peruano. Obtenido de https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376

Reyes, A. (2001). Inclusión del aceite en el suelo. Piura: Era.

Rivera , H. (2020). *Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia)*. Colombia: Universidad Católica de Colombia.

Sanchez , S. (2015). *Tecnología e Investigacion . Innovation*.

Sotomayor, L. (2018). *Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes*. Chile: Universidad Andre Bello.

Torres, D. (2016). *Incidencia de la construcción del adobe en el Perú*. Perú: Era.

Trujillo, A. (2018). *Adobe Buildings Resistant. Construction of Adobe*.

Ttito, S. (2020). *Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani - 2021*. Sicuani: Universidad Cesar Vallejo.

Valverde. (2019). *Sistema construcción con adobe*. España D.F: Era.

(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010). *Edificaciones Antisísmicas de adobe*.

http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf

Ramos, J. D., & Gómez, V. J. P. L. (2019). *Estabilización De Suelo Mediante Aditivos Alternativos*. Universidad Católica de Colombia.

Castro Gonzales, M., Pereyra, A., & Navarro, D. J. (2019). *Análisis de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante adición de ~~erab~~ Portland para disminuir el cambio volumétrico*. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas.

Amín Esmaeil Ramaji. 2012 A Review on the Soil Stabilization Using Low-Cost Methods. Journal of Applied Sciences Research, 8(4): 2193-2196, 2012 ISSN 1819-544X This is a refereed journal, and all articles are professionally screened and reviewed

Junco del Pino, Juan M. Estabilización de Suelos mediante el empleo de Sales Cuaternarias Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 4, núm. 3, diciembre, 2010 Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas Matanzas, Cuba

Silva, V. M., R., U. C. G., & Cascante, A. V. (2020). Determinación del uso del mucilago de nopal en la construcción de la época colonial (caso convento de San Diego). Project, Design and Management.

Figuroa, J. A. B. (2020). Aplicación de Mucilago de Penca de Tuna, para mejorar las propiedades de suelos blandos, en el distrito de Lurín, Lima. Universidad cesar vallejo.

Nieto Palomino, L. A., & Tello Pérez, 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.

Mario, Mandujano., & Angélica, Mandujano. (2014). El cactus San Pedro ayer y hoy. Un enfoque etnobotánico. Cactáceas y Suculentas Mexicanas, 59, 121-135.

Martín, A. (2011). Apuntes de Mecánica de Fluidos. In Departamento de física e instalaciones E.T.S. Arquitectura De Madrid.

Vázquez, E., & Rojas, T. (2016). pH: Teoría y 232 problemas. departamento deficiencias naturales. Universidad autónoma metropolitana Unidad Cuajimalpa. 1er edición México, 3-152.

Fundación Nacional de salud. (2013). Manual Práctico De Análisis De Agua, Ministerio De Salud.

Dávila, P. M., Rivera, E. B., & Meza, L. G. (2008). Guía De Laboratorio De Geotecnia. Universidad De Santiago De Chile.

Martínez, J., & Casas, N. (2011). Correlación P.D.C. Con C.B.R. Para Suelos En La Localidad De Suba. Universidad Militar Nueva Granada Facultad De Ingeniería.

Arispe, A. C., Judith, Y. V., María, G. B., Oriana, R. L. D. B., Luis, A. G., & Cesar, A. S. (2020). La Investigación Científica Una Aproximación para Los Estudios De Posgrado. Universidad Internacional De Ecuador.

Díaz-Blanco, Y., Menchaca-Campos, C., Rocabruno-Valdés, C. I., & Uruchurtu-Chavarín, J. (2019). Influencia de un aditivo natural (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto. Revista ALCONPAT, 9(3), 260-276.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA
Título: "Comportamiento físico mecánico en adobe con adición de aceite de linaza – Apurímac 2022"
AUTOR: Br. Montoya Hurtado Boris Abel

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES, INDICADORES, INSTRUMENTOS		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye la adición de aceite de linaza en el comportamiento físico mecánico del adobe, Apurímac -2022?	Evaluar cómo influye la adición de aceite de linaza en el comportamiento físico mecánico del adobe, Apurímac -2022	La adición de aceite de linaza influye significativamente en el comportamiento físico mecánico de adobe, Apurímac - 2022	Aceite de linaza	Dosificación	1.0% Aceite de linaza	(Balanza de medición de peso)
					1.5% Aceite de linaza	
					2.0% Aceite de linaza	
					2.5% Aceite de linaza	
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	V. DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye la adición de aceite de linaza en el comportamiento físico del adobe, Apurímac -2022?	Determinar cómo influye la adición de aceite de linaza en el comportamiento físico del adobe, Apurímac -2022	La adición de aceite de linaza influye significativamente en el comportamiento físico del adobe, Apurímac - 2022	Propiedades físicas	Propiedades del adobe	Granulometría	Ensayo de granulometría/ficha técnica-NTP 339.134,1999
					Índice de plasticidad (%)	Ensayo de límites de Atterberg-NTP 339.129 (1999) revisada 2014
					Absorción (%)	Ficha técnica-NTP .399.613 (2005)
					Alabeo (cm)	Regla mecánica vernier-NTP 399.613 (2005)
					Variación dimensional (%)	Regla graduada. NTP.399.613-339.604.(2003) - NTP E-070
¿Cómo influye la adición de aceite de linaza en el comportamiento mecánico del adobe, Apurímac - 2022?	Determinar cómo influye la adición de aceite de linaza en el comportamiento mecánico del adobe, Apurímac -2022	La adición de aceite de linaza influye significativamente en el comportamiento mecánico del adobe, Apurímac - 2022	Propiedades Mecánicas	Propiedades del adobe	Resistencia a la compresión de unidades de cubo de 10 cm de arista(kg/cm2)	Prensa automatizada electrónica-NTP.399.613-339.604.(2003) NTP E-080
					Resistencia a la Flexión de unidad de adobe (kg/cm2)	Prensa Universal automatizada electrónica NTP.339.078, (2012)- NTP E-080 (2017)
¿Cómo influye la dosificación de la adición de aceite de linaza en el comportamiento físico mecánico del adobe, Apurímac -2022?	Determinar cómo influye la dosificación de la adición de aceite de linaza en el comportamiento físico mecánico del adobe, Apurímac -2022	La dosificación de la adición de aceite de linaza influye significativamente en el comportamiento físico mecánico del adobe, Apurímac - 2022				

ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLES

Título: "Comportamiento físico mecánico de las unidades de albañilería de adobe con adición de aceite de linaza– Apurímac 2022"

AUTOR: Br.Montoya Hurtado Boris Abel

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Aceite de linaza</p>	<p>La linaza o linaza se extrae de la planta <i>Linum usitatissimum</i> que pertenece a la familia <i>Linaceae</i>. Contiene un 40% de aceites, ricos en ácidos grasos omega-3, omega-6 y omega-9. (ENGLER, 2010, p. 20)</p>	<p>Se aplicará en dosis encaminadas a mejorar las propiedades mecánicas y mecánicas de la mampostería no quemada.</p>	<p>Dosificación</p>	1.0% Aceite de linaza	<p>Razón</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Descriptivo. Diseño de Investigación: Cuasi – Experimental. Población: Adobes</p>
				1.5% Aceite de linaza		
				2.0% Aceite de linaza		
				2.5% Aceite de linaza		
<p>VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades del adobe</p>	<p>Los adobes naturales son poco resistentes ante las solicitudes de comprensión y presentan también baja rigidez ante esfuerzos sísmicos (ENGLER, 2010, p. 8)</p>	<p>Las propiedades físicas de adobe se obtienen a través de los ensayos granulometría, absorción, plasticidad y alabeo, usando la técnica de observación. Las propiedades mecánicas del adobe se realizará mediante, los ensayos de resistencia a la compresión de unidades de cubo de 10 cm de arista y resistencia a la flexión, usando la técnica de la observación, equipos y herramientas de laboratorio</p>	<p>Propiedades Físicas</p>	Granulometría	<p>Razón</p>	<p>Muestra: 60 Unidades de adobes Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio.</p>
				Índice de plasticidad (%)		
				Absorción (%)		
				Alabeo (cm)		
				Variación dimensional (%)		
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión de unidades de cubo de 10 cm de arista(kg/cm ²)		
	Resistencia a la Flexión de unidad de adobe (kg/cm ²)					

ANEXO 3: ANALISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS ENSAYOS



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

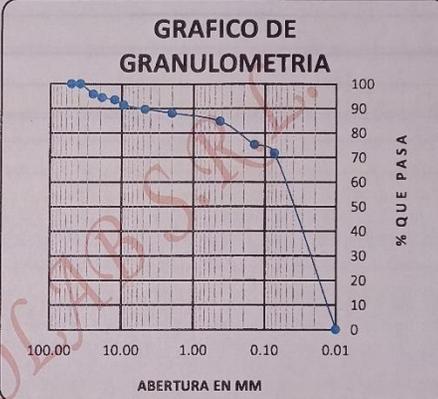
Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

TESIS: "MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE CON ADICION DE CENIZAS DE TUSA DE MAIZ EN LA CARRETERA ANDAHUAYLAS - KISHUARA, APURIMAC 2022"

MUESTRA: MUESTRA NATURAL
PROF. : 1,50 m
UBICACIÓN: DISTRITO KISHUARA Y PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC
SOLICITADO: BACH. KEVIN EDGAR RAMIREZ INCA
FECHA : ABRIL DEL 2021

TAMAÑO DE TAMIZES	PESO	RETENIDO	RETENIDO	% QUE PASA
(Pulg.)	(mm.)	(gr)	(%)	(%)
4"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	70.00	4.19	95.81
3/4"	19.10	24.00	1.44	94.37
1/2"	12.70	15.00	0.90	93.47
3/8"	9.52	35.00	2.10	91.37
Nº 4	4.76	29.00	1.74	89.63
Nº 10	2.00	27.00	1.62	88.02
Nº 40	0.43	55.00	3.30	84.72
Nº 100	0.14	159.00	9.53	75.19
Nº 200	0.07	57.00	3.42	71.78
CAZUELA		1,198	71.78	0.00
TOTAL :		1,669	100	



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000		DATOS PARA CLASIFICACION	
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS		CLASIFICACION	
SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº 4 89.63
	GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº10 88.02
SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA Nº200	GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	PASA Nº40 84.72
	GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	PASA Nº200 71.78
SUELO DE GRANO MEDIO, 25% A 50% PASA LA MALLA Nº 40	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	RETENE Nº4 10.37
	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D10 0.010
SUELO DE GRANO FINO, 75% PASA LA MALLA Nº 60	SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	D30 0.03
	SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	D60 0.06
SUELO DE GRANO FINO, 85% PASA LA MALLA Nº 75	ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	Cu 6.00
	CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas.	Cc 1.500
SUELO DE GRANO FINO, 95% PASA LA MALLA Nº 200	OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	LL 32.9%
	MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diamantizados, Limos elásticos	LP 19.3%
SUELO DE GRANO FINO, 95% PASA LA MALLA Nº 200	CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad	IP 13.6%
	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad	
Altamente Orgánico	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado



Abel Rondan Pinares
 INGENIERO CIVIL
 CIP 67133



INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Rafael Quispilupa
 CIP 78016
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

TESIS:

"MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE CON ADICION DE CENIZAS DE TUSA DE MAIZ EN LA CARRETERA ANDAHUAYLAS - KISHUARA, APURIMAC 2022"

MUESTRA: MUESTRA NATURAL

PROF. : 1.50 m

UBICACIÓN: DISTRITO KISHUARA Y PROVINCIA ANDAHUAYLAS.

REGION APURIMAC

SOLICITADO: BACH. KEVIN EDGAR RAMIREZ INCA

FECHA : ABRIL DEL 2021

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	24.07	23.75	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	92.81	87.59	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	82.99	78.59	
Peso del Agua gr.	9.82	9.00	
Peso de Suelo Seca gr.	58.92	54.84	
Porcentaje de Humedad %	16.67	16.41	16.54

PROMEDIO DE HUMEDAD % = **16.54**



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


Abel Rondan Pinares
INGENIERO CIVIL
CIP 67133


INGEOLAB S.R.L.
Ing. Guido Rayán Quispitupa
CIP 24014
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

TESIS:

"MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE CON ADICION DE CENIZAS DE TUSA DE MAIZ EN LA CARRETERA ANDAHUAYLAS - KISHUARA, APURIMAC 2022"

MUESTRA: MUESTRA NATURAL

PROF. : 1,50 m

UBICACIÓN: DISTRITO KISHUARA Y PROVINCIA ANDAHUAYLAS,
REGION APURIMAC

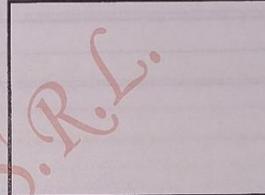
SOLICITADO: BACH. KEVIN EDGAR RAMIREZ INCA

FECHA : ABRIL DEL 2021

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.77	13.69	13.68	13.51
Peso capsula + suelo humedo	28.12	28.39	28.30	28.71
Peso capsula + suelo seco	24.72	24.81	24.65	24.71
Numero de golpes	47	30	22	13
Peso suelo seco	10.95	11.12	10.97	11.20
Peso agua	3.40	3.58	3.65	4.00
% humedad	31.1	32.2	33.3	35.7

OBSERVACIONES:

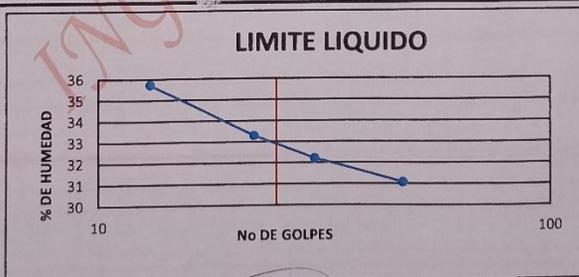


LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.76	14.80	13.14
Peso capsula + suelo humedo	26.26	27.07	26.48
Peso capsula + suelo seco	24.23	25.08	24.34
Peso suelo seco	10.47	10.28	11.20
Peso agua	2.03	1.99	2.14
% humedad	19.4	19.4	19.1

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO	32.9
LIMITE PLASTICO	19.3
INDICE PLASTICO	13.6



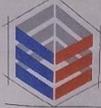
NOTA: Muestra proporcionada por el interesado



Abel Rondan Pinares
INGENIERO CIVIL
CIP 67133



INGEOLAB S.R.L.
Inga Guido Fardun Quispitupa
CIP 78016
SERENTE



FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- MECANICA DE SUELOS
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

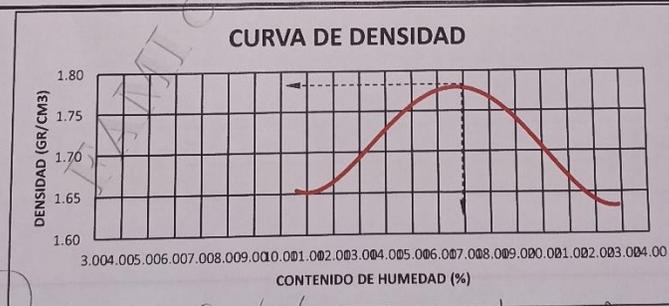
PROYECTO:

Evaluación del comportamiento físico mecánico en muros de albanilería de adobe con adición de aceite de linaza cantera chuspi

MUESTRA: CANTERA**PROF:** MUESTRA OBTENIDA EN CAMPO**UBICACIÓN:** Andahuaylas, Andahuaylas, Apurimac
PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC**SOLICITADO:** Boris Abel Montoya Hurtado**FECHA:** 28/03/2022

Peso del Molde (gr)	2,841.00		Golpes por capa:		56.00	
Diametro del molde (Cm)	15.20		Altura (Cm)		11.60	
			Volumen (c.c.)		2105	
MOLDE No	1	2	3	4	5	
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6691	6958	7230	7096	7065	
Peso del Molde (gr)	2841	2841	2841	2841	2841	
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3850	4117	4389	4255	4224	
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105	
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.83	1.96	2.09	2.02	2.01	
CAPSULA No	1	2	3	4	5	
Peso de la Capsula (gr)	23.55	23.30	23.70	23.39	23.52	23.50
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	67.12	66.89	67.00	65.02	65.74	72.43
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	63.01	62.65	61.84	59.91	59.39	65.05
Peso Suelo Humedo (gr)	4.11	4.24	5.16	5.11	6.35	7.38
Peso Suelo Seco (gr)	39.46	39.35	38.14	36.52	35.87	41.55
Contenido de Humedad (w)	10.42	10.78	13.53	13.99	17.70	17.76
Contenido de Humedad real	10.60	13.76	17.73	20.90	22.87	
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.65	1.72	1.77	1.67	1.63	

HUMEDAD OPTIMA (%) = 17.73
 DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) = 1.77



Abel Rondon Pinares
 INGENIERO CIVIL
 CIP 67133

Alex M. Qulspe Borales
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 113686

FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
 Ing. Edwin Miranda Palomino
 CIP. N° 7117
 GERENTE



FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES - CARRETERAS
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- GEOLOGIA
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- MINERIA
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

PROYECTO:
Evaluación del comportamiento físico mecánico en muros de albañilería de adobe con adición de aceite de linaza

MUESTRA: 1%

PROF: MUESTRA OBTENIDA EN CAMPO

UBICACIÓN: Andahuaylas, Andahuaylas, Apurímac
PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

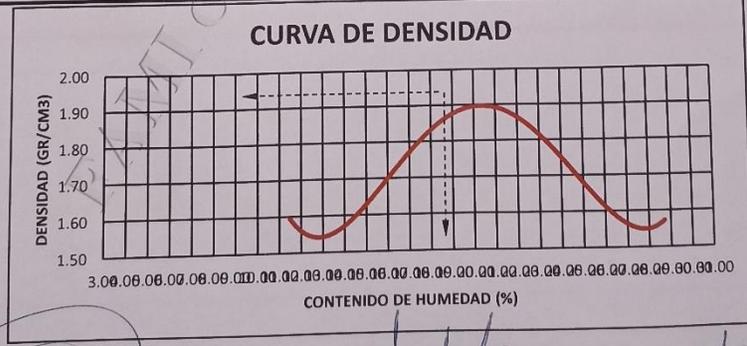
SOLICITADO: Boris Abel Montoya Hurtado

FECHA: 28/03/2022

Peso del Molde (gr.) : **2,841.00** Golpes por capa: **56.00**
 Diametro del molde (Cm) : **15.20** Altura (Cm) : **11.60** Volumen (c.c.) : 2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6581	7019	7430	7115	7100					
Peso del Molde (gr)	2841	2841	2841	2841	2841					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3740	4178	4589	4274	4259					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.78	1.98	2.18	2.03	2.02					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	23.44	23.75	23.50	23.52	23.20	23.51	23.23	23.51	23.33	23.41
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	66.79	65.49	62.38	59.50	65.60	66.55	72.20	69.00	74.70	69.00
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	62.01	61.50	57.20	54.30	57.30	58.40	60.70	61.00	62.00	60.00
Peso Suelo Humedo (gr)	4.78	3.99	5.18	5.20	8.30	8.15	11.50	8.00	12.70	9.00
Peso Suelo Seco (gr)	38.57	37.75	33.70	30.78	34.10	34.89	37.47	37.49	38.67	36.59
Contenido de Humedad (w)	12.39	10.57	15.37	16.89	24.34	23.36	30.69	21.34	32.84	24.60
Contenido de Humedad real	11.48	16.13	23.85	26.02	28.72					
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.59	1.71	1.76	1.61	1.57					

HUMEDAD OPTIMA (%) = **23.85**
 DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) = **1.76**



Abel Rondan Pinares
Abel Rondan Pinares
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 67133

Alex M. Quispe Morales
Alex M. Quispe Morales
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 113686

FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
Edwin Miranda Palomino
Ing. Edwin Miranda Palomino
 CIP: N° 77317
 GERENTE



FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- GEOLOGIA
- MINERIA
- EDIFICACIONES
- CARRETERAS
- PUENTES
- GEOTECNIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

Evaluación del comportamiento físico mecánico en muros de albañilería de adobe con adición de aceite de linaza

MUESTRA:

1.5%

PROF:

MUESTRA OBTENIDA EN CAMPO

UBICACIÓN:

Andahuaylas, Andahuaylas, Apurímac
PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO:

Boris Abel Montoya Hurtado

FECHA:

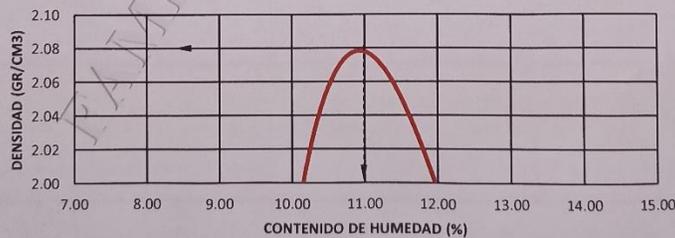
28/03/2022

Peso del Molde (gr.) : **2,841.00** Golpes por capa: **56.00**
 Diametro del molde (Cm) : **15.20** Altura (Cm) : **11.60** Volumen (c.c.) : 2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6972	7234	7352	7220	7120					
Peso del Molde (gr)	2841	2841	2841	2841	2841					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4131	4393	4511	4379	4279					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.96	2.09	2.14	2.08	2.03					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	23.35	23.44	23.55	23.53	23.51	23.20	23.40	22.10	23.33	23.41
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	60.05	69.64	57.86	61.38	64.54	71.61	64.70	67.00	66.70	69.00
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	55.82	67.00	57.71	55.30	64.11	59.24	61.20	59.00	64.00	61.00
Peso Suelo Humedo (gr)	4.23	2.64	0.15	6.08	0.43	12.37	3.50	8.00	2.70	8.00
Peso Suelo Seco (gr)	32.47	43.56	34.16	31.72	40.60	36.04	37.80	36.90	40.67	37.59
Contenido de Humedad (w)	13.03	6.06	0.44	19.17	1.06	34.32	9.26	21.68	6.64	21.28
Contenido de Humedad real	9.54		9.80		17.69		15.47		13.96	
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.79		1.90		1.82		1.80		1.78	

HUMEDAD OPTIMA (%) = **17.69**
 DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) = **1.82**

CURVA DE DENSIDAD



Abel Rondon Pinarés
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 11322

Alex M. Quispe Morales
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 113886

FAMI CONTRATISTAS
 GENERALES S.R.L.
 Ing. Edwin Miranda Palomares
 CIP. N° 77317
 GERENTE



FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES
- OBRAS HIDRAULICAS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- CARRETERAS
- PUENTES
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

Evaluación del comportamiento físico mecánico en muros de albañilería de adobe con adición de aceite de linaza

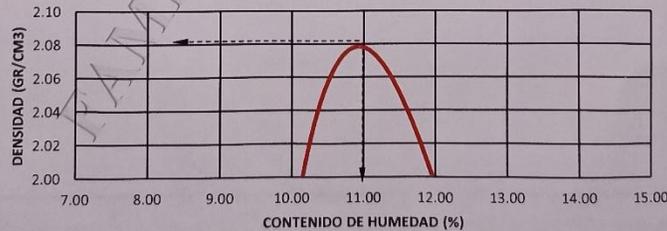
MUESTRA: 2.0%**PROF:** MUESTRA OBTENIDA EN CAMPO**UBICACIÓN:** Andahuaylas, Andahuaylas, Apurímac
PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC**SOLICITADO:** Boris Abel Montoya Hurtado**FECHA :** 28/03/2022

Peso del Molde (gr.) : **2,841.00** Golpes por capa: **56.00**
 Diametro del molde (Cm) : **15.20** Altura (Cm) : **11.60** Volumen (c.c.) : **2105**

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6972	7234	7352	7220	7120					
Peso del Molde (gr)	2841	2841	2841	2841	2841					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4131	4393	4511	4379	4279					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.96	2.09	2.14	2.08	2.03					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	23.35	23.44	23.55	23.58	23.51	23.20	23.40	22.10	23.33	23.41
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	60.05	69.64	57.86	61.38	64.54	71.61	64.70	67.00	66.70	69.00
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	55.82	67.00	57.71	55.30	64.11	59.24	61.20	59.00	64.00	61.00
Peso Suelo Humedo (gr)	4.23	2.64	0.15	6.08	0.43	12.37	3.50	8.00	2.70	8.00
Peso Suelo Seco (gr)	32.47	43.56	34.16	31.72	40.60	36.04	37.80	36.90	40.67	37.59
Contenido de Humedad (w)	13.03	6.06	0.44	19.17	1.06	34.32	9.26	21.68	6.64	21.28
Contenido de Humedad real	9.54	9.80	17.69	15.47	13.96					
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.79	1.90	1.82	1.80	1.78					

HUMEDAD OPTIMA (%) = **17.69**
 DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) = **1.82**

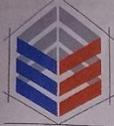
CURVA DE DENSIDAD



Abel Rondan Pinares
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 67133

Alex M. Quispe Morales
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 115086

FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
 Ing. Edwin Miranda Palomino
 CIP: N° 77374
 GERENTE



FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

- ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES - CARRETERAS - PUENTES
- OBRAS HIDRAULICAS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS
- GEOLOGIA
- GEOTECNIA
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA
- MINERIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- TRANSPORTES

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

Evaluación del comportamiento físico mecánico en muros de albañilería de adobe con adición de aceite de linaza

MUESTRA: 2.5%

PROF: MUESTRA OBTENIDA EN CAMPO

UBICACIÓN: Andahuaylas, Andahuaylas, Apurimac
PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

SOLICITADO: Boris Abel Montoya Hurtado

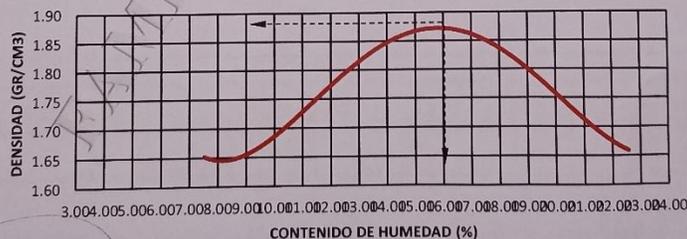
FECHA: 28/03/2022

Peso del Molde (gr.) : **2,841.00** Golpes por capa: **56.00**
 Diametro del molde (Cm) : **15.20** Altura (Cm) : **11.60** Volumen (c.c.) : 2105

MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6579	6754	7354	7220	7120					
Peso del Molde (gr)	2841	2841	2841	2841	2841					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3738	3913	4513	4379	4279					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.78	1.86	2.14	2.08	2.03					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	23.76	23.48	23.57	23.30	23.52	23.33	23.40	22.10	23.33	23.41
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	62.69	73.74	68.00	67.03	73.05	75.89	68.70	67.00	73.70	69.00
Peso Capsula + Suelo Seco (gr)	58.79	71.84	64.06	62.90	67.09	68.58	61.20	59.00	64.00	61.00
Peso Suelo Humedo (gr)	3.90	1.90	3.94	4.13	5.96	7.31	7.50	8.00	9.70	8.00
Peso Suelo Seco (gr)	35.03	48.36	40.49	39.60	43.57	45.25	37.80	36.90	40.67	37.59
Contenido de Humedad (w)	11.13	3.93	9.73	10.43	13.68	16.15	19.84	21.68	23.85	21.28
Contenido de Humedad real	7.53		10.08		14.92		20.76		22.57	
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.65		1.69		1.87		1.72		1.66	

HUMEDAD OPTIMA (%) = **14.92**
 DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) = **1.87**

CURVA DE DENSIDAD



Abel Rondan Pinares
 INGENIERO CIVIL
 CIP 67133

Alex M. Quispe Morales
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 113686

FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
 Ing. Edwin Miranda Palomino
 CIP: N° 77317
 GERENTE



FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L

ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES - CARRETERAS - PUENTES - GEOLOGIA - MINERIA
- OBRAS HIDRAULICAS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - GEOTECNIA - IMPACTO AMBIENTAL
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS - ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA - TRANSPORTES

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION

MUESTRA PATRON							
Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Lectura dial (KN)	Diseño (Kg/cm ²)
M1	9.98	9.99	9.98	99.70	6.58	12.79	12
M2	9.99	9.99	9.98	99.80	6.45	12.71	12
M3	9.97	9.98	9.98	99.50	6.35	12.75	12
M4	9.99	9.96	9.97	99.50	6.71	12.81	12
M5	9.98	9.98	9.96	99.60	6.68	12.86	12
M6	9.97	9.96	9.95	99.30	6.56	12.78	12
Promedio						12.78	

DOSIFICACION 1.0%							
Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Lectura dial (KN)	Diseño (Kg/cm ²)
M1	9.98	9.98	9.99	99.6	6.89	12.91	12
M2	9.99	9.99	9.98	99.8	6.97	12.92	12
M3	9.97	9.98	9.98	99.5	6.79	12.94	12
M4	9.96	9.99	9.98	99.5	6.88	12.93	12
M5	9.98	9.97	9.98	99.5	6.95	12.89	12
M6	9.99	9.97	9.99	99.6	6.85	12.91	12
Promedio						12.92	



Alex M. Quiñonez Morales
INGENIERO CIVIL



Abel Rondan Pinares
INGENIERO CIVIL
CIP 67133



FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
Ing. Edwin Miranda Palomino
CIP: N° 77317
GERENTE

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L

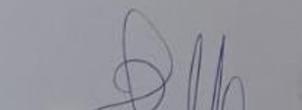
ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES - CARRETERAS - PUENTES - GEOLOGIA - MINERIA
- OBRAS HIDRAULICAS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - GEOTECNIA - IMPACTO AMBIENTAL
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS - ASesorIA, CONSULTORIA Y EJECUCION DE OBRA - TRANSPORTES

DOSIFICACION 1.5%

Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Lectura dial (KN)	Diseño (Kg/cm ²)
M1	9.98	9.99	9.98	99.70	6.78	13.98	12
M2	9.99	9.99	9.98	99.80	6.72	13.89	12
M3	9.97	9.98	9.98	99.50	6.97	13.96	12
M4	9.99	9.96	9.97	99.50	6.82	13.76	12
M5	9.98	9.98	9.96	99.60	6.95	13.36	12
M6	9.97	9.96	9.95	99.30	6.95	13.38	12
Promedio						13.72	

DOSIFICACION 2.0%

Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Lectura dial (KN)	Diseño (Kg/cm ²)
M1	9.98	9.99	9.98	99.70	7.12	14.23	12
M2	9.99	9.99	9.98	99.80	7.23	14.36	12
M3	9.97	9.98	9.98	99.50	7.34	14.38	12
M4	9.99	9.96	9.97	99.50	7.16	14.52	12
M5	9.98	9.98	9.96	99.60	7.56	14.47	12
M6	9.97	9.96	9.95	99.30	7.62	14.18	12
Promedio						14.36	



Alex M. Quispe Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 113686



Abel Rondón Pinarés
INGENIERO CIVIL
CIP 67133



FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
Ing. Edwin Miranda Palomino
CIP 67093
GERENTE

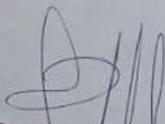
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



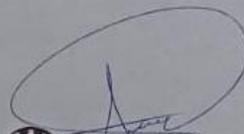
FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L

ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA
- EDIFICACIONES - CARRETERAS - PUENTES - GEOLOGIA - MINERIA
- OBRAS HIDRAULICAS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - GEOTECNIA - IMPACTO AMBIENTAL
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS - ASesorIA, CONSULTORIA Y EJECUCION DE OBRA - TRANSPORTES

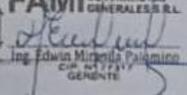
DOSIFICACION 2.5%							
Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Lectura dial (KN)	Diseño (Kg/cm ²)
M1	9.98	9.99	9.98	99.70	7.54	14.98	12
M2	9.99	9.99	9.98	99.80	7.65	14.79	12
M3	9.97	9.98	9.98	99.50	7.45	14.93	12
M4	9.99	9.96	9.97	99.50	7.85	14.83	11
M5	9.98	9.98	9.96	99.60	7.84	14.72	12
M6	9.97	9.96	9.95	99.30	7.65	14.87	12
Promedio						14.85	



Alex M. Quisne Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 113686



Abel Rondan Pinares
INGENIERO CIVIL
CIP: 67133


FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

Ing. Edwin Mirisola Palomin
CIP: 817314
GERENTE

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L

ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA - GEOLOGIA - MINERIA
- EDIFICACIONES - CARRETERAS - PUENTES - GEOTECNIA - IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS - ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUTORIA DE OBRA

RESISTENCIA A FLEXION

PATRON					
Muestra	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre (cm ²)	Peso (kg)	Dial (KN)
M1	13.24	15.12	32	11.256	0.745
M2	13.38	15.23	32	11.385	0.735
M3	13.75	15.2	32	11.254	0.714
M4	13.36	15.21	32	11.456	0.726
M5	13.16	15.35	32	11.378	0.748
M6	13.25	15.15	32	11.468	0.715
Promedio					0.731

 FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
Ing. Edwin Miranda Palomino
CIP: 117317
GERENTE

DOSIFICACION 1.0%					
Muestra	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre (cm ²)	Peso (kg)	Dial (KN)
M1	13.74	15.32	32	11.756	0.897
M2	13.68	15.63	32	11.785	0.845
M3	13.75	15.43	32	11.854	0.874
M4	13.86	15.58	32	11.856	0.865
M5	13.96	15.65	32	11.978	0.897
M6	13.85	15.45	32	11.868	0.785
Promedio					0.861

 Abel Rondan Pinares
INGENIERO CIVIL
CIP: 67133

 Alex M. Quispe Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 113686

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

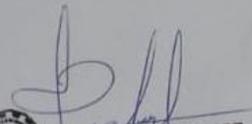


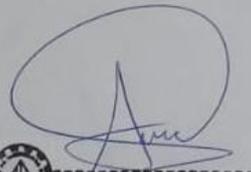
FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

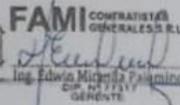
ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA - GEOLOGIA - AGNERIA
EDIFICACIONES - CARRETERAS - PUENTES - GEOTECNIA - IMPACTO AMBIENTAL
OBRAS HIDRAULICAS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - TRANSPORTES
ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS - ASESORIA, CONSULTORIA Y EJECUCION DE OBRA

DOSIFICACION 1.5%					
Muestra	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre (cm ²)	Peso (kg)	Dial (KN)
M1	13.52	15.21	32	11.864	0.794
M2	13.45	15.42	32	11.684	0.778
M3	13.65	15.32	32	11.798	0.798
M4	13.23	15.47	32	11.985	0.791
M5	13.85	15.63	32	11.765	0.784
M6	13.45	15.48	32	11.885	0.778
Promedio					0.787

DOSIFICACION 2.0%					
Muestra	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre (cm ²)	Peso (kg)	Dial (KN)
M1	13.26	15.68	32	12.112	0.831
M2	13.75	15.52	32	12.184	0.838
M3	13.25	15.32	32	12.178	0.838
M4	13.13	15.47	32	12.056	0.831
M5	13.38	15.33	32	12.278	0.834
M6	13.18	15.98	32	12.089	0.828
Promedio					0.833


 Alex M. Quispe Morales
INGENIERO CIVIL
CIP 113686


 Abel Rondan Pinares
INGENIERO CIVIL
CIP 67133

 FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

Ing. Edwin Miquelá Palamino
CIP 147151
GERENTE

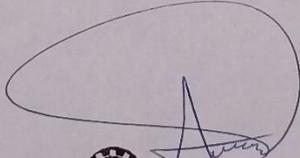
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



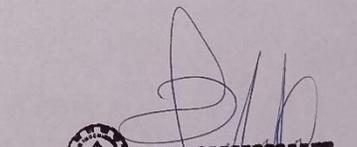
FAMI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L

ELABORACION Y EJECUCION DE PROYECTOS DE INGENIERIA - GEOLOGIA - MINERIA
- EDIFICACIONES - CARRETERAS - PUENTES - GEOTECNIA - IMPACTO AMBIENTAL
- OBRAS HIDRAULICAS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - TRANSPORTES
- ALQUILER Y VENTA DE INSUMOS DE INGENIERIA Y OTROS - ASesorIA, CONSULTORIA Y EJECUCION DE OBRA

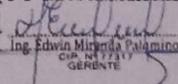
Muestra	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre (cm ²)	Peso (kg)	Dial (KN)
M1	13.42	15.29	32	12.564	0.847
M2	13.48	15.22	32	12.784	0.865
M3	13.62	15.37	32	12.698	0.858
M4	13.33	15.43	32	12.485	0.861
M5	13.72	15.43	32	12.365	0.874
M6	13.58	15.46	32	12.785	0.898
Promedio					0.867



Abel Rondan Pinares
INGENIERO CIVIL
CIP 67133



Alex M. Quispe Morales
INGENIERO CIVIL
CIP: 113686


FAMI CONTRATISTAS
GENERALES S.R.L.

Ing. Edwin Miranda Palamino
CIP. N° 77317
GERENTE

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ANEXO 4: CONFIABILIDAD

Resultados del programa SPSS

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,964	5

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,935	5

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,917	5

Resumen de los resultados del alfa de Cronbach

Nivel de confiabilidad de las variables dependientes				
Dimensiones	Indicadores	Estadísticas de fiabilidad (SPSS)		
		Alfa de Cronbach	No. de elementos	Magnitud
Propiedades mecánicas del adobe	Resistencia a la compresión de cubos de adobe	0.964	5	Muy alta
	Resistencia a la flexión	0.935	5	Muy alta



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 227 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 160-2022
Fecha de emisión : 2022-03-24

1. Solicitante : INGENIERIA GEOLOGIA Y LABORATORIOS S.R.L.

Dirección : JR. G.MO.CECERES NRO. 482 CERCADO -
ANDAHUAYLAS - APURIMAC

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : 95084
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : CNCELL
Modelo de Indicador : PA8101

Marca de Transductor : SAND
Modelo de Transductor : PT2115-2000 psi
Serie de Transductor : 18081126165

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. GUILLERMO CACERES TRESIERRA NRO. 480 y 482 - ANDAHUAYLAS - APURIMAC
20 - MARZO - 2022

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

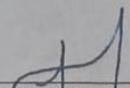
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,8	22,9
Humedad %	48	47

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 224 - 2022

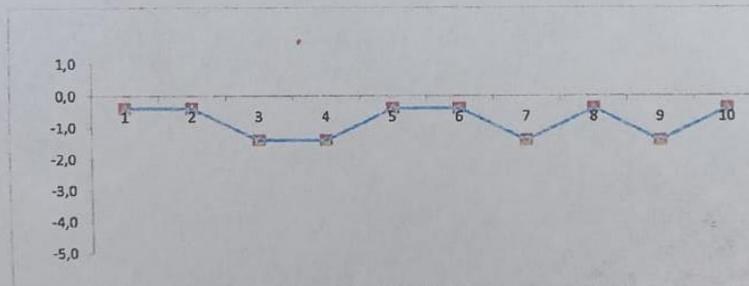
Página : 2 de 2

Resultados

REPETICIÓN	YUNQUE PATRÓN	LECTURA DE ESCLERÓMETRO	CORRECCIÓN DEL ESCLERÓMETRO
	Rockwell	Rockwell	Rockwell
1	63,6	64	-0,4
2	63,6	64	-0,4
3	63,6	65	-1,4
4	63,6	65	-1,4
5	63,6	64	-0,4
6	63,6	64	-0,4
7	63,6	65	-1,4
8	63,6	64	-0,4
9	63,6	65	-1,4
10	63,6	64	-0,4

YUNQUE PATRÓN	63,6	Rockwell
PROM. DE LECTURA ESCLERÓMETRO	64,4	Rockwell
PROMEDIO DE ERROR	-0,8	Rockwell

ERROR DE IMPACTO



FIN DEL DOCUMENTO

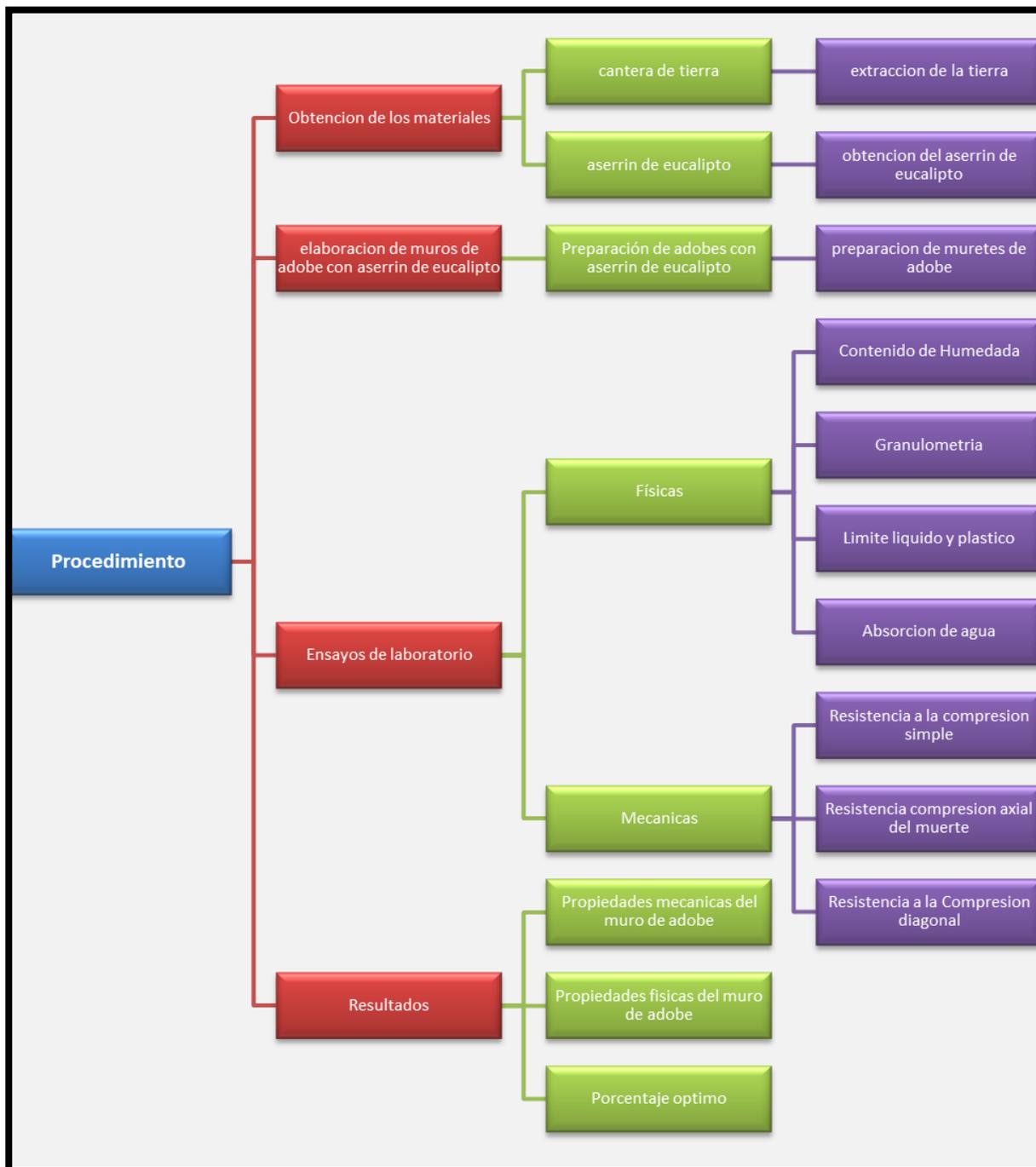



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 5: PROCEDIMIENTOS



ANEXO 6: ANÁLISIS DE COSTOS

Descripción	Und.	Cant.	Costo unitario	Costo total
Recursos humanos				
Asesor técnico		1	1500	1000
Asesor metodológico		1	1000	800
Material a emplear				
Aceite de linaza	Glb	1	100	100
Presupuesto de servicios				
Contenido de humedad	Und.	3	10	30
Granulometría	Und.	3	50	150
Límites de Atterberg	Und.	3	30	90
Proctor Modificado	Und	5	150	750
Absorción del adobe	Und.	15	10	150
Resistencia a compresión de cubos de adobe	Und.	30	18	540
Resistencia a compresión flexión en adobes estabilizados	Und.	30	18	540
TOTAL				4150



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
INGEOLAB SRL

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, reservorios, Canales de Irrigación, Etc.) Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría, Asesoría en General y Otros

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Jr. Guillermo Cáceres N° 480 (482) - Andahuaylas - Andahuaylas - Apurímac
 Cel. 983-619242 / 983-663344

INGEOLAB SRL

web: www.ingeolabparu.com Email: ingeolab_srl@hotmail.com

RECIBO

001- N° 0000318

Señor (a): BORIS ABEI MONTOYA HURTADO

Direcc.:

Fecha: 21 / 03 / 2022

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT	IMPORTE
01	ENSAYO DE LABORATORIA PARA LA TESIS "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE CON ADICION DE ACEITE DE LINAZA."		500.00

ENTREGA:

A cuenta S/

TOTAL S/ 800.00

NOTA: UNA VEZ CANCELADO
CANJEAR POR BOLETA O FACTURA

FIRMA

Saldo S/



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
INGEOLAB SRL

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, reservorios, Canales de Irrigación, Etc.) Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría, Asesoría en General y Otros

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Jr. Guillermo Cáceres N° 480 (482) - Andahuaylas - Andahuaylas - Apurímac
 Cel. 983-619242 / 983-663344

INGEOLAB SRL

web: www.ingeolabparu.com Email: ingeolab_srl@hotmail.com

RECIBO

001- N° 0000327

Señor (a): BORIS ABEI MONTOYA HURTADO

Direcc.:

Fecha: 05 / 05 / 2022

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT	IMPORTE
01	EMS. PARA LA TESIS EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO EN MURDOL DE ALBAÑILERIA DE ADOBE CON ADICION DE ACEITE DE LINAZA APURIMAC - 2022.		1800.00

ENTREGA:

A cuenta S/

TOTAL S/ 1800.00

NOTA: UNA VEZ CANCELADO
CANJEAR POR BOLETA O FACTURA

FIRMA

Saldo S/

ANEXO 7: TURNITIN

ANEXO 8: NORMA TECNICA PERUANA E-080

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

**ANEXO - RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 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 N° 1 Prueba "Cinta de barro"
ANEXO N° 2 Prueba "Presencia de arcilla o "Resistencia seca"
ANEXO N° 3 Prueba "Contenido de humedad" para la construcción con tapial
ANEXO N° 4 Prueba "Control de fisuras" o "Dosificación suelo-arena gruesa".
ANEXO N° 5 Recomendaciones para las juntas de avance en la técnica del tapial reforzado.
ANEXO N° 6 Recomendaciones para el ajuste de lazos verticales y horizontales para los refuerzos con mallas de sogas sintéticas.

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 compacidad 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 arriostre 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. **Domido.** 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 (cimiento 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 (A_v), que es la relación entre la altura libre del muro y su máximo espesor, y ii) La esbeltez horizontal (A_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 arriostre verticales o entre un elemento de arriostre 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 0.08 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, mucllago de cactus, y otros comprobados).
21. **Muro.** Es un muro arriostreado cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de arriostre 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 arriostre horizontal.

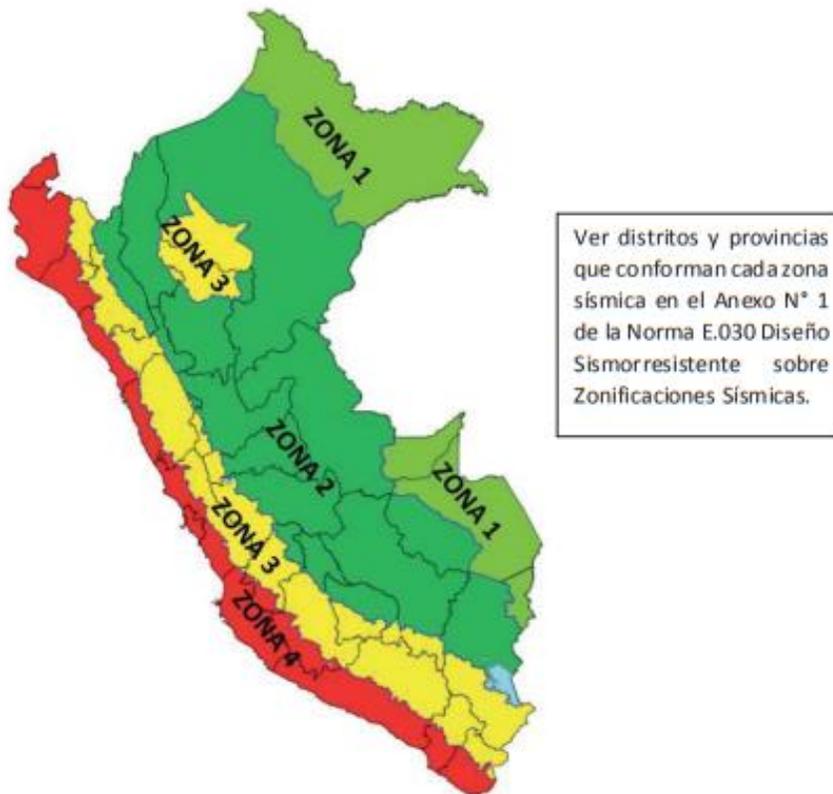
CAPÍTULO II

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.

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



- 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 sismorresistente (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:
- Verificación experimental de comportamiento sísmico mediante ensayos cíclicos, pseudo-dinámicos o dinámicos que incluyan claramente el rango de comportamiento último.
 - Diseño racional basado en principios de ingeniería aceptados, bajo responsabilidad del profesional.
 - 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:
- Artículo 8, inciso 8.1 o 8.2 (para tapial).
 - Artículo 8, inciso 8.1 o 8.2 y 8.3 (para adobe).
- 5.2 **Agua:** Debe cumplir las características siguientes:

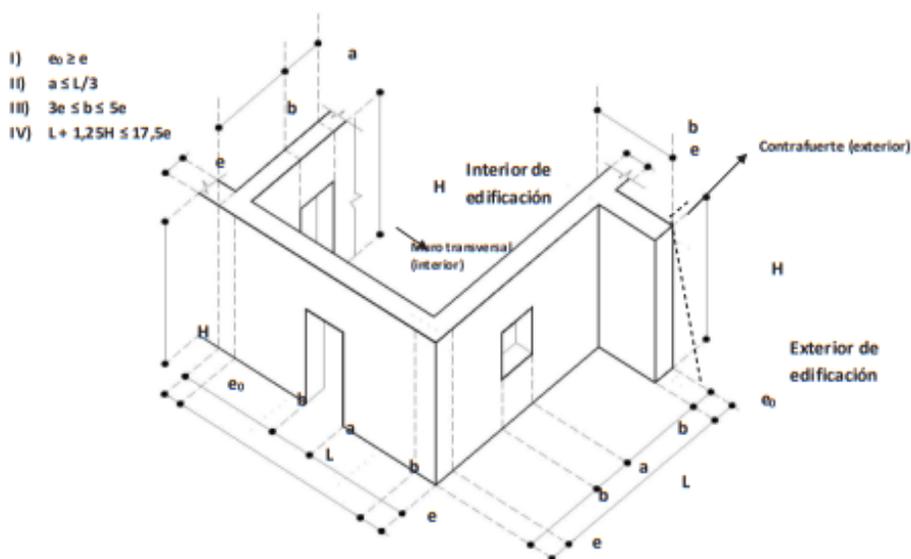
- a) Agua potable o agua libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión.
- b) Estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas.
- c) El agua de mar sólo puede emplearse si se cuenta con la autorización 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 0.38 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 arriostrados.
- 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 ($\gamma_v = H/e$) con la esbeltez horizontal ($\lambda_h = L/e$), de modo que se debe cumplir la expresión: $\lambda_h + 1,25 \gamma_v \leq 17,5$.

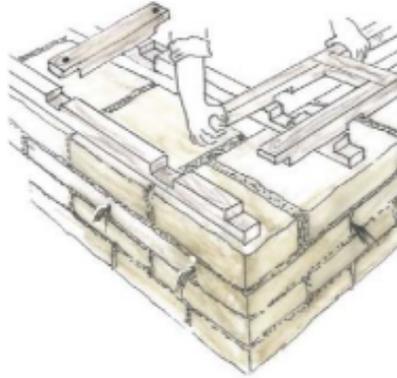
Nota 3: Los muros en general deben tener una esbeltez vertical (λ_v) igual o menor a 6 veces el espesor del muro y una esbeltez horizontal (λ_h) igual o menor a 10 veces el espesor del muro.

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 inferior 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



6.8 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

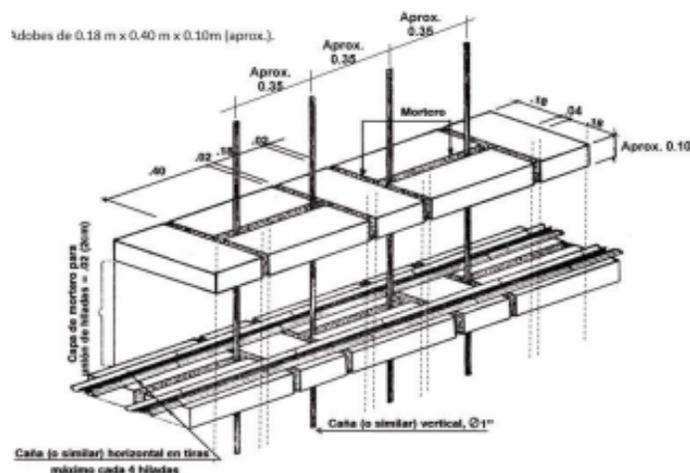
Tipo de Edificaciones	Factor de Uso (U)	Densidad
NTA.030 Hospedaje NTA.040 Educación NTA.050 Salud NTA.090 Servicios comunales NTA.100 Recreación y deportes NTA.110 Transporte y Comunicaciones	1,4	15%
NTA.060 Industria NTA.070 Comercio NTA.080 Oficinas	1,2	12%
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo 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

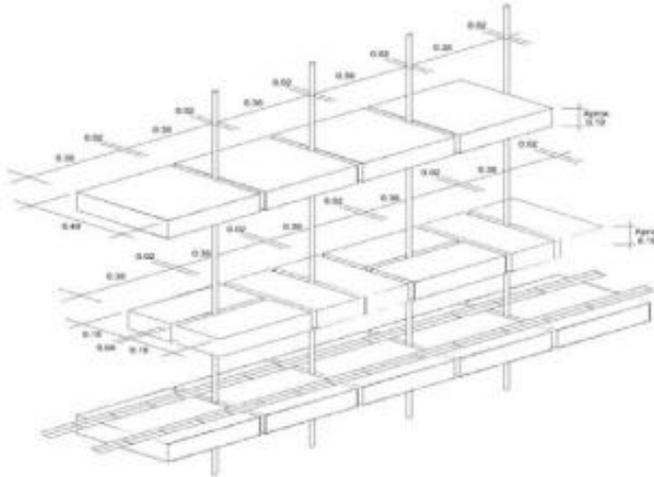
- 6.9 Se debe evitar el deterioro de las edificaciones de tierra reforzada, causadas por el viento, la lluvia y la humedad, protegiéndolas a través de:
- Cimientos y sobrecimientos que eviten el humedecimiento del muro.
 - Recubrimientos, revestimientos o enlucidos que los protejan de la lluvia, humedad y viento, y que permitan la evaporación de la humedad del muro.
 - 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°8 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.
 - Veredas perimetrales con pendiente hacia el exterior de la edificación y que permitan la evacuación y evaporación del agua.
 - Sistemas de drenaje adecuado (material granular suelto tipo piedras y gravas, con pendiente y colector inferior, evacuador de agua).
 - 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:
- Los muros y contrafuertes de las edificaciones de tierra reforzada deben tener refuerzos.
 - En caso que los refuerzos sean externos a los muros o contrafuertes deben estar embudidos en el enlucido.
 - 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).
 - En todos los casos, el refuerzo horizontal coincide con los niveles inferior y superior de los vanos.
 - 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.
 - 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:
 - 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.
 - Madera en rollizos o aserrada con diámetros igual o mayores a 25 mm como refuerzo vertical externo y sogas naturales (cabuya o sisal) de mínimo 6 mm de diámetro como refuerzo horizontal externo.
 - 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 6 mm.
 - 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).
 - Cualquier combinación racional de las anteriores.
 - 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.

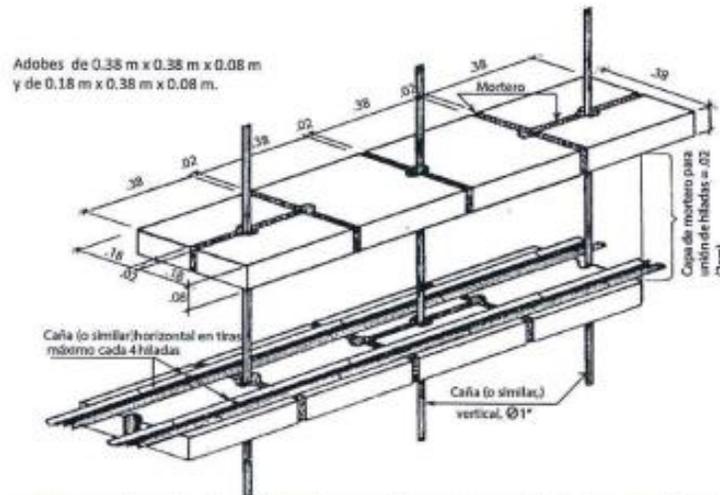
Esquema 2



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



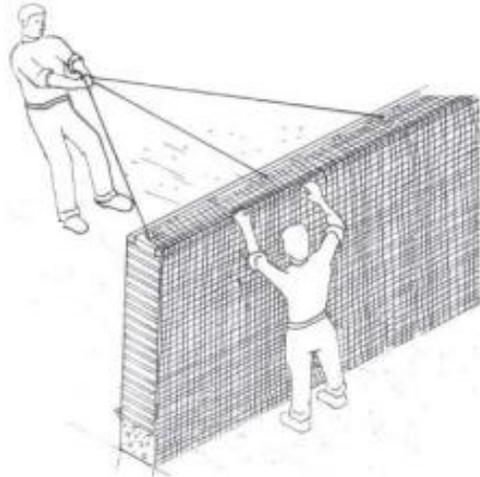
Nota: Colocar refuerzos de cañas (o similares) horizontales cada cuatro hiladas en el tercio inferior de la altura del muro (sea la edificación de 1 o 2 pisos), cada tres hiladas en el tercio central y cada dos hiladas en el tercio superior. Como máximo, cada cuatro hiladas.

- g) En caso se utilice refuerzo de mallas sintéticas de nudos integrados (geomallas), el refuerzo debe ser externo y embutido 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 embutido 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.

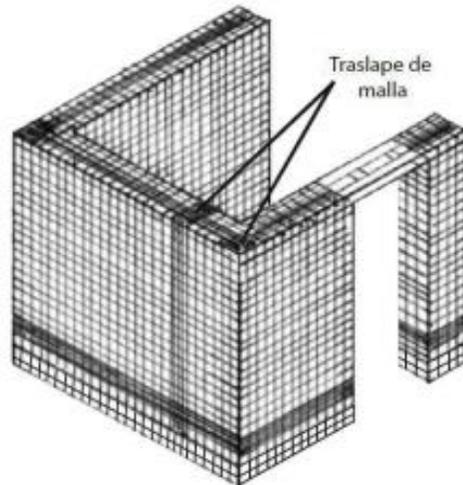
- La geomalla debe estar convenientemente anclada a la base del sobrecimiento y a la viga collar superior.
- El uso de otro tipo de mallas, sólo es permitido si acredita su capacidad sismorresistente en ensayos cíclicos a escala natural.

Figura 5: Esquema de colocación de refuerzo con geomalla

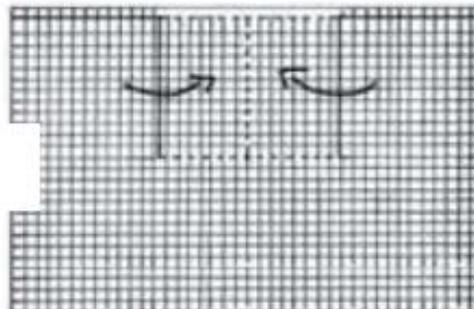
1. Colocación de mallas



2. Traslape de mallas



3. Cortes de mallas en ventanas o puertas.



- 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:

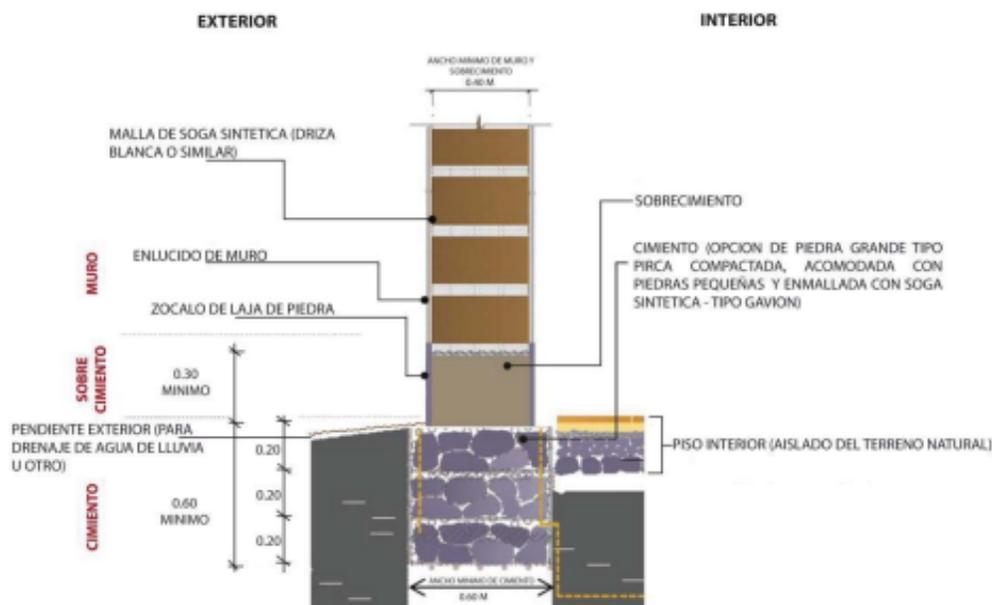
7.1 Cimentación

- 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 Cidópeo.
 - 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 cidópeo

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 esbelteces, 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 tijerales, 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 tijerales 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 tijerales, el sistema estructural del techo debe garantizar la estabilidad lateral de los tijerales.

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 tijerales del techo.
- c) Los refuerzos deben cumplir lo indicado en el numeral 6.10 del artículo 6.

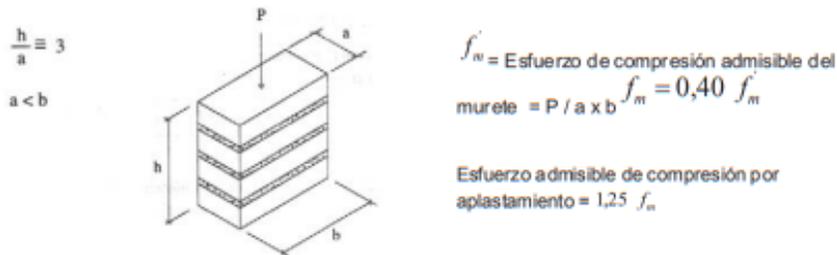
Artículo 8.- Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio.

- 8.1 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:
- La resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista.
 - La resistencia última se calcula conforme a la expresión siguiente: $f_c = 1.0 MPa = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$
 - 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.
 - 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.
- 8.2 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:
- 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.
 - La resistencia última es de 0.08MPa = 0.81 kgf/cm².
 - 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.
- 8.3 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del mortero a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente:
- 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.
 - La resistencia última es de 0.012 MPa = 0.12 kgf/cm².
 - 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

- 8.4 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la compresión, se realiza conforme al procedimiento siguiente:
- La resistencia última es de 0.6 MPa = 6.12 kgf/cm².
 - El ensayo de compresión en muretes de adobe o tapial de altura igual a tres veces la menor dimensión de la base (aproximadamente).
 - 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.

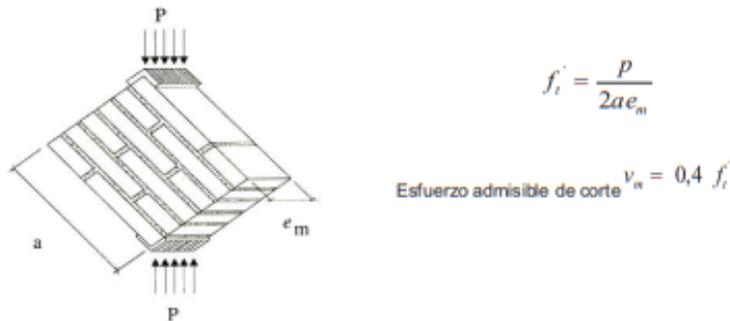
Figura 8. Ensayo de Compresión. Muretes de adobe o tapial



8.5 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 = 408 kgf/cm².
- 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 reemplazar 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.

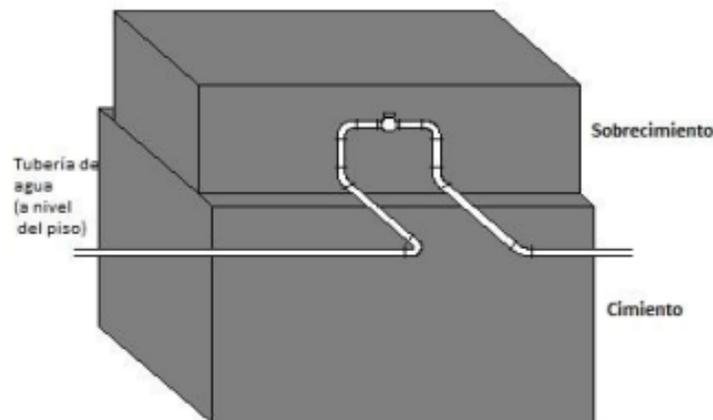
¹ La resistencia última de muros a tracción por flexión no está normalizada para ensayos de laboratorio. Para diseño de muros de tierra a flexión se puede considerar el valor indicado.

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.

- 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 rebole 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 0.08 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 Garantien 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

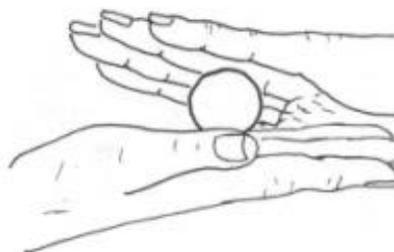
ANEXO N° 1. Prueba "Cinta de barro"

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 quiebre, 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 quiebre o no se agriete ninguna de las cuatro bolitas, dicha cantera puede utilizarse como material de construcción.

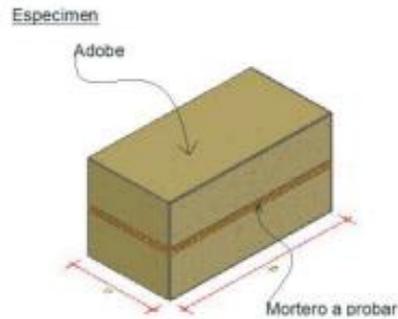
ANEXO N° 3. Prueba "Contenido de humedad" para la construcción con tapial.

- 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 N° 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.

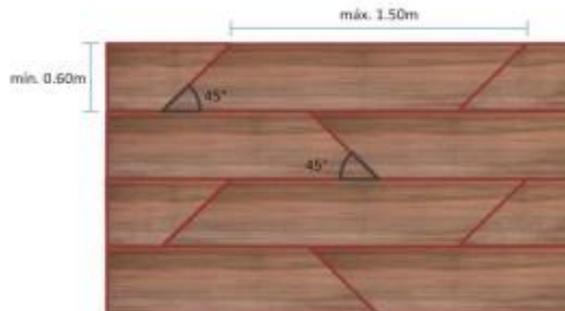


- 4.3 Para el segundo espécimen, una parte de suelo y 1/2 parte de arena gruesa, es decir, una proporción de 1: 1/2.
- 4.4 En el siguiente espécimen, una parte de suelo y otra de arena gruesa, es decir, 1: 1, y así sucesivamente hasta la proporción 1: 3.
- 4.5 Luego de secarlos por 48 horas, se abren 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 N° 5

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

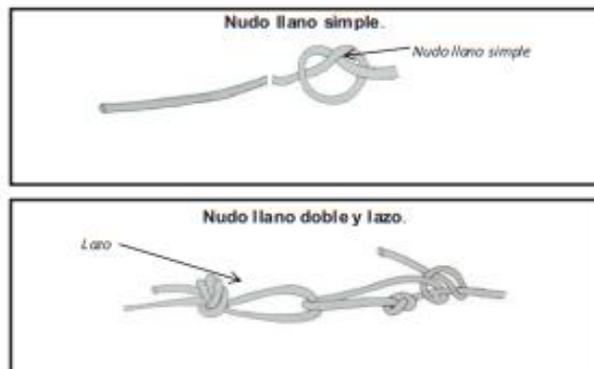
Imagen que muestra las juntas de avance, inclinadas a 45° aproximadamente. Esta solución evita el uso de la tapa terminal y adelgaza la junta de llenado por acción de la gravedad.



ANEXO N° 6

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

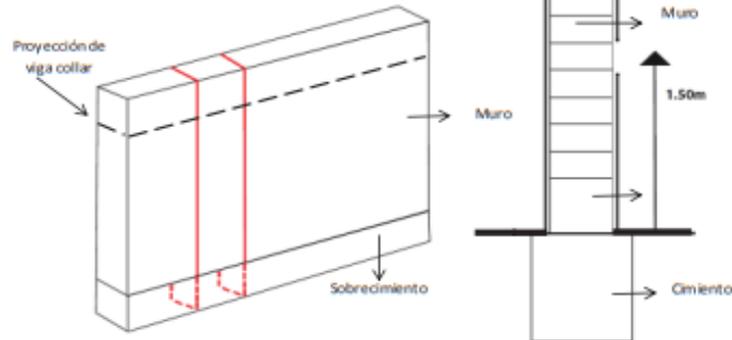
6.1 NUDOS PARA REFUERZOS



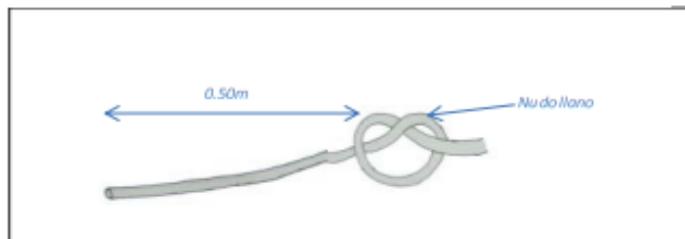
6.2 RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL AJUSTE DE LAZOS VERTICALES Y HORIZONTALES PARA LOS REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

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 soga sintética se amarran.

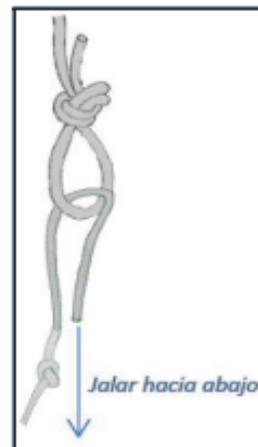
- a) Luego del llenado del cimiento (antes de construir el sobrecimiento) se deja la driza. La misma driza se pasa por encima de la viga collar para encontrarse ambos extremos de la driza a 1.50 m del suelo aproximadamente.



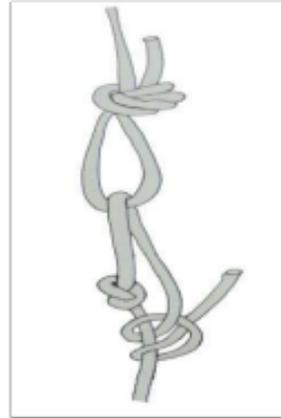
- b) Con la punta de la driza superior (que cuelga) debe hacerse una U y formar un nudo de dos cordones para crear un lazo, de la forma que se muestra en, Anexo N° 6, inciso 6.2, literal d).
- c) En la driza inferior debe hacerse un nudo llano a 0.50 m de su extremo.



- 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.

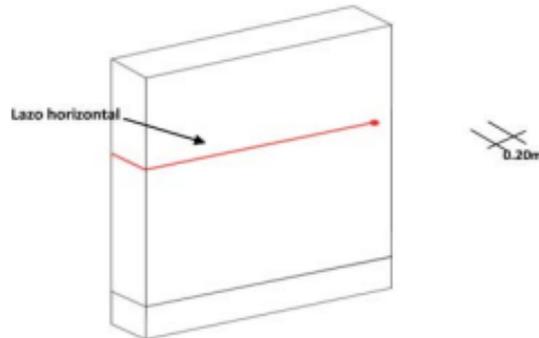


- f) Finalmente, con la mano hábil hacer tres (03) nudos llanos debajo del nudo hecho en el literal c) numeral 6.2 del Anexo N° 6, y soltar.

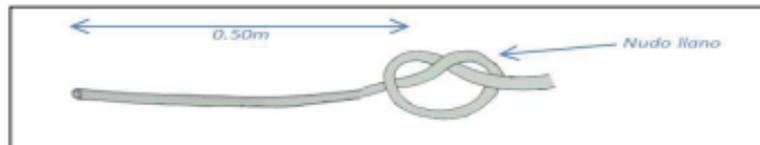
6.3 AJUSTE HORIZONTAL PARA REFUERZOS CON MALLAS DE SOGAS SINTÉTICAS

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).

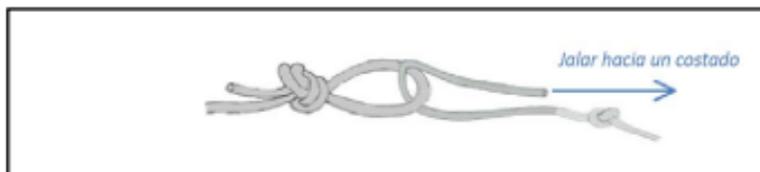
- a) La driza rodea el muro horizontalmente (para ello, en las esquinas debe perforarse el muro transversal o contrafuerte perpendicular a este con un taladro para poder pasar las drizas y hacer un lazo en unos de los extremos y acercarlo a 0.20 m a uno de los bordes (aristas) del muro.

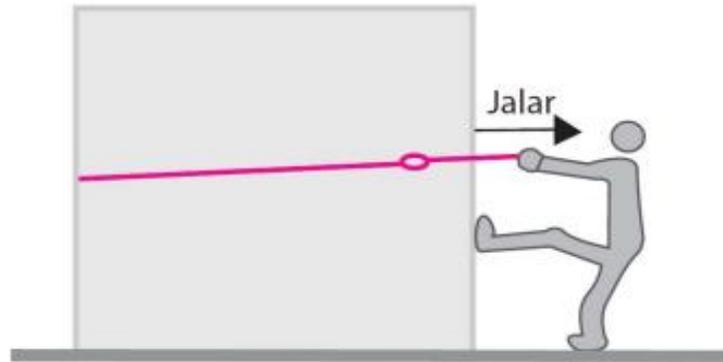


- b) Realizar en el otro extremo un nudo llano a 0.50 m de su extremo.

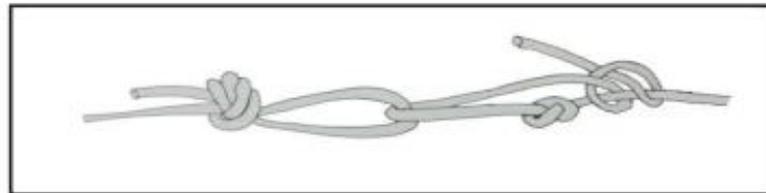


- c) Pasar la driza con nudo a través del lazo y ejercer tensión, pudiendo apoyarse con un pie en el muro.





- 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.



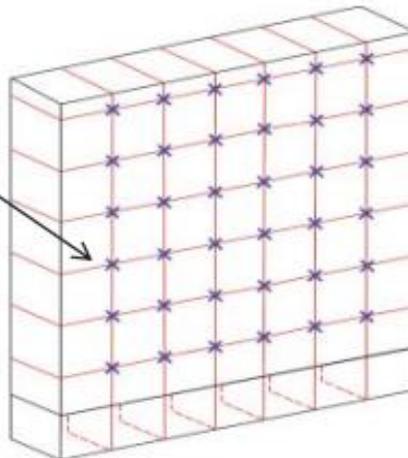
- e) Finalmente, con la mano hábil hacer tres (03) nudos llanos debajo del nudo hecho en el Anexo 6, inciso 6.3, literal c) y soltar.

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

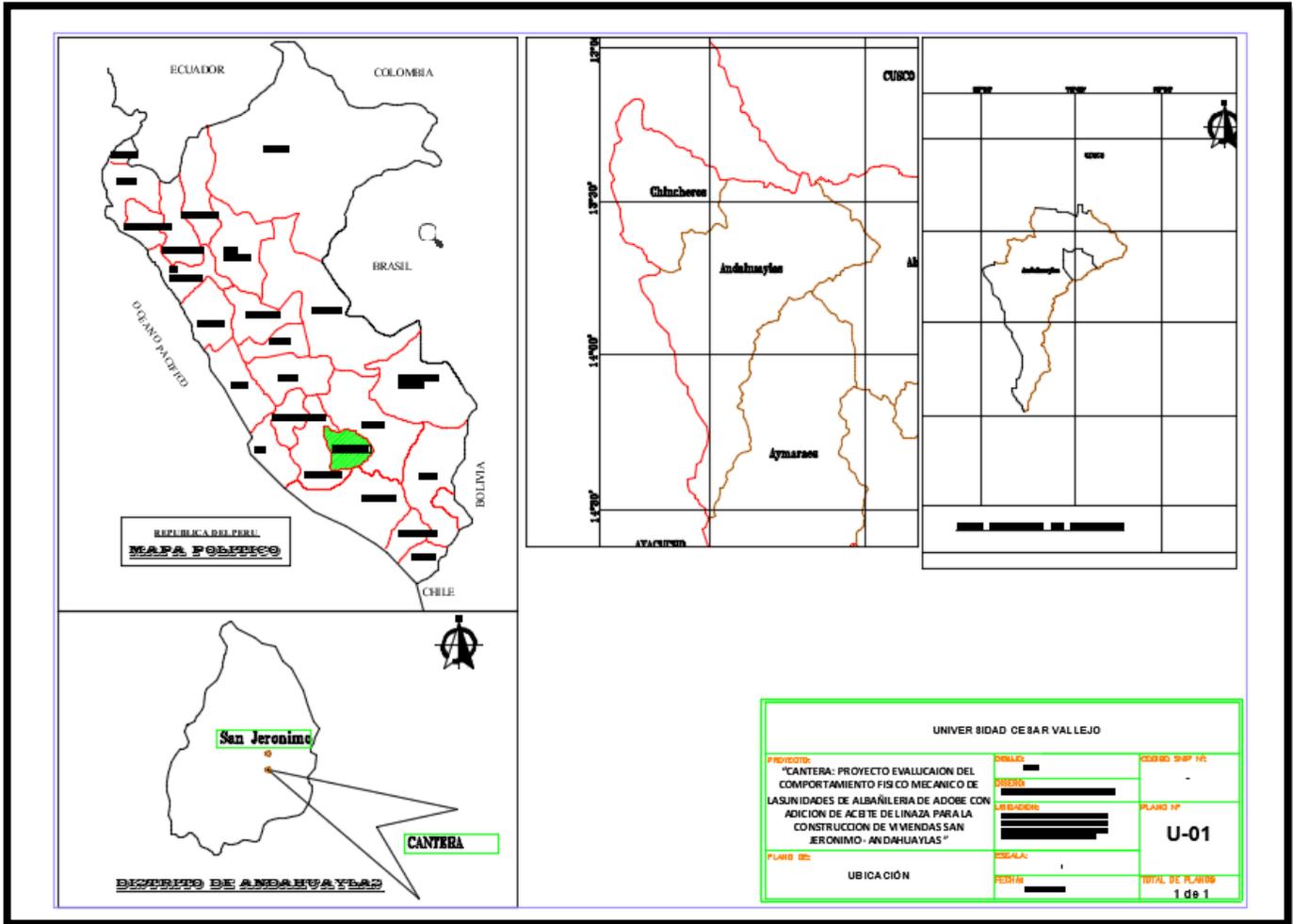
Los lazos verticales y los lazos horizontales forman mallas en ambas caras del muro. Ambas mallas deben unirse utilizando drizas "conectoras" (que crucen el muro).

- 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.

Una driza conectora (X) amarra el lazo vertical con el lazo horizontal en ambas caras del muro.



ANEXO 9: MAPAS Y PLANOS



ANEXO 10: PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1: Selección de material cantera CHUSPI.



Fotografía 2: Pruebas realizadas en campo (resistencia seca y cinta de barro)



Fotografía 3: Preparación del material para elaboración del adobe.



Fotografía 4: mezcla del material.



Fotografía 5: Dosificación del aceite de linaza.



Fotografía 6: Dosificación del aceite de linaza en sus debidos porcentajes.



Fotografía 7- 8: Elaboración de los bloques de adobe.



Fotografía 9: Elaboración de los bloques de adobe.



Fotografía 10: Ensayo de análisis granulométrico en laboratorio.



Fotografía 11-12: Ensayo de límites de consistencia.



Fotografía 13: Ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 14: Ensayo de Proctor modificado en sus respectivas dosificaciones.



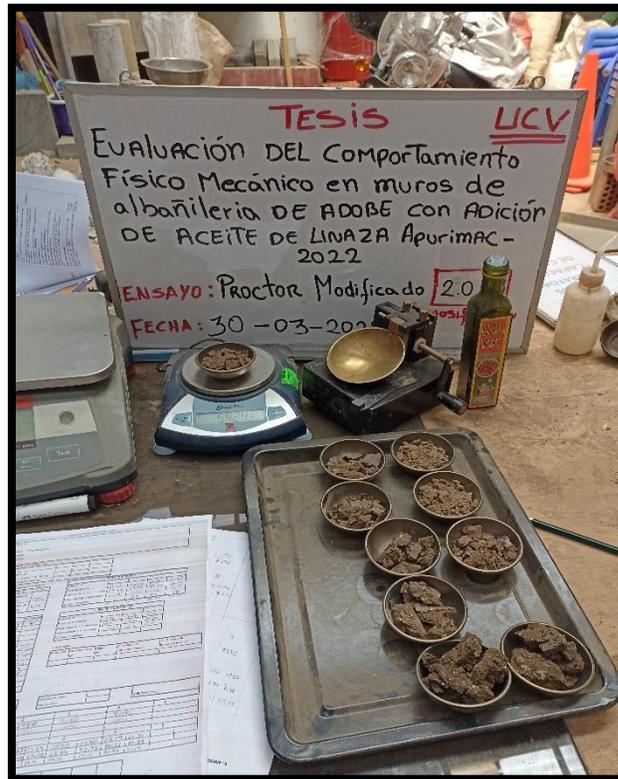
Fotografía 15: Ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 16: Ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 17: Ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 18: Secado de la muestra.



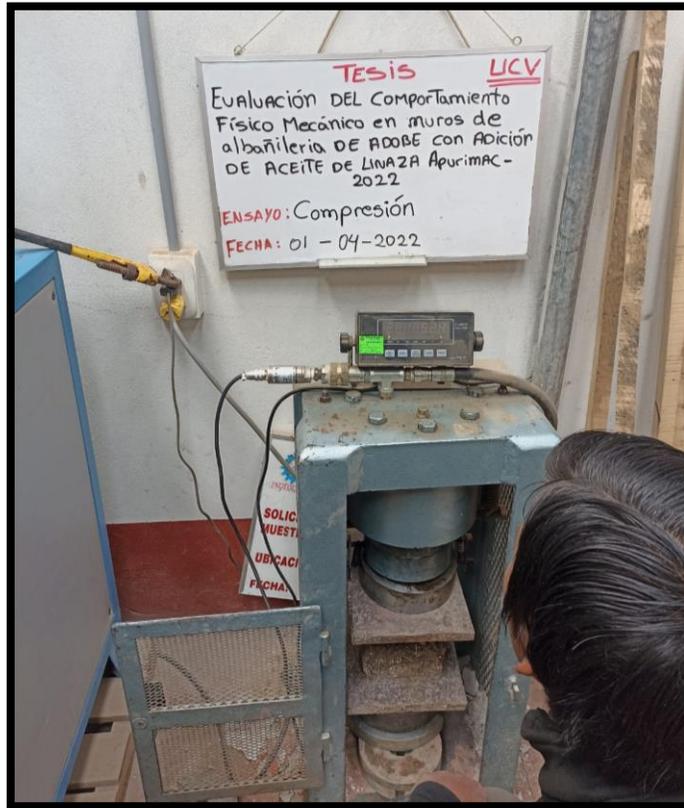
Fotografía 19: Ensayos de compresión flexión y alabeo.



Fotografía 20: Muestras de cubos de abobe para en ensayo de compresión.



Fotografía 21: Muestras de cubos de abobe para en ensayo de compresión.



Fotografía 22: Resultado de muestras de cubos de abobe para en ensayo de compresión.



Fotografía 23: Muestras de cubos de abobe para en ensayo de flexión.



Fotografía 24: Resultado de muestras de cubos de abobe para en ensayo de flexión.



Fotografía 25: Ensayo de absorción de agua.



Fotografía 26: Muestras sumergidas en agua.

