

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



Influencia de la adición de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la
resistencia del adobe, Ayacucho 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

PRESENTADO POR:

Bach. Moises Huaman Villanueva

ASESOR:

M.Sc. Juan Charapaqui Ancasi

Ayacucho - Perú

2023

DEDICATORIA

A Dios, por ser la luz que guía mi camino, y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, por brindarme su apoyo incondicional, y han sabido formarme con buenos principios y valores, los cuales me ayudaron a salir adelante en los momentos difíciles.

A mis hermanos y sobrinos, quienes siempre han estado presente con su apoyo incondicional, a pesar de las dificultades que se presentan en el transcurso de la vida.

A mis compañeros de estudio, por compartir momentos de alegría y tristeza durante nuestra formación académica.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH).

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola por haberme albergado en sus aulas durante mi formación profesional.

Al Ing. Juan Charapaqui Anccasi mi asesor, por su constante motivación y orientación se logró con éxito la culminación del presente trabajo de investigación.

A toda la plana docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola que contribuyeron con sus enseñanzas y conocimientos en el proceso de mi formación profesional.

ÍNDICE

	Pag.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCION.....	1
I MARCO TEORICO	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 El suelo.....	16
1.2.1 Perfil del suelo	16
1.2.2 Composición del Suelo	16
1.2.3 Textura del suelo	17
1.2.4 Características Físicas y Mecánicas del Suelo	18
1.3 Adobe	19
1.4 Adobe Estabilizado.....	19
1.5 Composición Apropriada del Suelo.....	19
1.6 Formas y Dimensiones.....	19
1.7 Requisitos Para la Unidad o Bloque de Adobe.....	20
1.8 La Fibra	20
1.9 Fibras Estabilizantes	21
1.10 Stipa Ichu	21
1.11 Fibra de Coco.....	21
1.11.1 Composición de la Fibra de Coco	22
1.11.2 Características de la Fibra de Coco	22
1.11.3 Longitud y Diámetro de las Fibras	23

1.11.4	Cantidad de Fibra	23
1.12	Beneficios y Ventajas del Uso del Adobe	23
1.13	Efecto de Humedad en el Adobe	24
1.14	Piedra Termal.....	24
1.14.1	Proceso Constructivo.....	25
1.15	Proceso de Fabricación del Adobe	26
1.16	Ensayos de Laboratorio a Emplear	30
1.17	Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S).....	33
1.18	Propiedades del Adobe a Estudiar	36
II	MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
2.1	Ubicación de la Zona de Estudio.....	42
2.2	Ámbito de Estudio	42
2.3	Accesibilidad a la Zona de Estudio	44
2.4	Materiales y equipos	45
2.5	Metodología de la Investigación.....	46
2.6	Variables de estudio.....	47
2.7	Población y Muestra.....	48
2.8	Unidad de Estudio	49
2.9	Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos.....	49
2.10	Procedimiento de la Investigación	52
2.10.1	Estudios Previos al Material Seleccionado	53
2.10.2	Preparación y Extracción de Fibra de Coco.....	59
2.10.3	Diseño y Dosificación de la Mezcla.....	59
2.11	Elaboración de Moldes.....	62
2.12	Proceso de Elaboración del Adobe	63
2.13	Ensayos Realizados Para Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe.....	68
2.13.1	Ensayo de Variabilidad Dimensional.....	68
2.13.2	Ensayo de Resistencia a Compresión	70

2.13.3	Ensayo del Nivel de Resistencia a la Erosión Acelerada de Swinburne (SAET).	74
2.13.4	Análisis de la Comparación Económica del Adobe	76
2.14	Análisis Estadístico	76
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	77
3.1	Ensayo de Variación Dimensional	77
3.2	Ensayo de Resistencia a la Compresión	82
3.3	Ensayo de la Resistencia a la Erosión Acelerada de Swinburne (SAET)	86
3.4	Comparación Económica del Adobe	88
IV	CONCLUSIONES	96
V	RECOMENDACIONES	97
	REFERENCIA	98
ANEXO		101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nomenclatura del S.U.C.S.....	34
Tabla 2 Itinerario de viaje.....	44
Tabla 3 Población en estudio.....	48
Tabla 4 Técnicas e instrumentos de estudio	50
Tabla 5 Porcentaje de clasificación de las partículas.....	57
Tabla 6 Porcentaje de distribución granulométrica	58
Tabla 7 Resultado de humedad y densidad del adobe patrón.....	61
Tabla 8 <i>Dosificación de la unidad de adobe de 30x15x8cm Largo, Ancho y Altura</i>	61
Tabla 9 Dosificación de la unidad con 0 % de fibra de Coco.....	61
Tabla 10 Dosificación de la unidad con 0,25 % de fibra de Coco.....	62
Tabla 11 Dosificación de la unidad con 0,50 % de fibra de Coco.....	62
Tabla 12 Dosificación de la unidad con 0,75 % de fibra de Coco.....	62
Tabla 13 <i>Ensayos de características físicas</i>	68
Tabla 14 <i>Ensayos de resistencia a compresión</i>	70
Tabla 15 <i>Ensayo a la erosión hídrica acelerada (SAET)</i>	74
Tabla 16 Variación dimensional promedio de los bloques.....	77
Tabla 17 Resultado de la Variación dimensional porcentual de los bloques de adobe	78
Tabla 18 Variación volumétrica porcentual	79
Tabla 19 Resultados de las muestras ensayados con 0 % de fibras de Coco.....	82
Tabla 20 Resultados de las muestras ensayados con 0.25% de fibras de Coco.....	83
Tabla 21 Resultados de las muestras ensayados con 0.50 % de fibras de Coco.....	83
Tabla 22 Resultados de las muestras ensayados con 0.75 % de fibras de Coco.....	84
Tabla 23 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.....	84
Tabla 24 Resultados del ensayo de la erosión acelerada de swinburne (SAET)	87
Tabla 25 Comparación económica de la producción de adobe por millar.	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Bóvedas nubias del templo Ramses III,2300 a,c construidas con adobe. (Egipto)...	14
Figura 2	Ruinas de la ciudadela de Chan Chan: Trujillo-Perú.....	14
Figura 3	Caral, civilización más antigua de América.....	15
Figura 4	Perfil del Suelo.....	16
Figura 5	Adobe con fibras de coco.....	23
Figura 6	Extracción de material en cantera	26
Figura 7	Zarandeo de la tierra y arena.....	27
Figura 8	Preparación de la mezcla.....	28
Figura 9	Formación de bloques de barro.....	29
Figura 10	Secado del Adobe.....	29
Figura 11	Prueba de resistencia del adobe	30
Figura 12	Curva Granulométrica.....	32
Figura 13	Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S)	35
Figura 14	Esquema de los patrones típicos de fractura.	38
Figura 15	Fuerzas a Compresión sobre el adobe.....	38
Figura 16	Equipo de Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET).	39
Figura 17	Equipo de ensayo de la erosión acelerada de Swinburne (SAET).	41
Figura 18	Ubicación geográfica del proyecto	43
Figura 19	Imagen satelital de la zona en estudio.....	44
Figura 20	Ubicación satelital de la zona en estudio	52
Figura 21	Selección de material suelo.....	53
Figura 22	Prueba de los rollitos.....	54
Figura 23	Prueba de las bolitas.....	55
Figura 24	Perfil del suelo excavado	56
Figura 25	Curva granulométrica del suelo	58
Figura 26	Extracción de la fibra de coco.....	59
Figura 27	Diseño y dimensiones de los bloques patrón	60
Figura 28	Moldes elaborados según la normativa E-080	63
Figura 29	Cantidad de agua en (ml)	64
Figura 30	Peso de la fibra de coco	64
Figura 31	Dosificación de la fibra de coco.....	65
Figura 32	Proceso de elaboración del espécimen.....	66

Figura 33 Proceso de secado de las muestras de adobe.....	67
Figura 34 Peso y toma de medida de los bloques.....	69
Figura 35 Ensayo de la resistencia a la compresión	72
Figura 36 Deformaciones producidas por la fuerza compresiva.....	73
Figura 37 Ensayo de la erosión acelerada (SAET).....	75
Figura 38 Medición del tamaño de oquedad	75
Figura 39 Grafico comparativo porcentual de la variacion promedio dimensional	79
Figura 40 Grafico comparativo porcentual de la variacion volumétrica del bloque	80
Figura 41 Resumen estadístico de la resistencia a compresión.....	86
Figura 42 Resumen estadístico del ensayo a la erosión acelerada de swinburne (SAET)	88
Figura 43 Variacion económica de los costos del adobe.....	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A 1: Matriz de Consistencia	102
Anexo A 2: Análisis Estadístico	104
Anexo A 3: Análisis estadístico de la resistencia a la compresión	104
Anexo A 4: Análisis estadístico de la Variacion Dimensional	108
Anexo A 5: Análisis estadístico de la erosión acelerada de Swinburne (SAET).....	111
Anexo A 6: Resultados del análisis del perfil del suelo.....	115
Anexo A 7: Resultado del análisis de granulometría.....	116
Anexo A 8: Resultados de los análisis de límites de consistencia	117
Anexo A 9: Secado y tamizado de la muestra.....	118
Anexo A 10: Granulometría de las partículas	118
Anexo A 11: Ensayo límite líquido.....	119
Anexo A 12: Ensayo límite plástico.....	119
Anexo A 13: Peso de las muestras de limite líquido y plástico	119
Anexo A 14: Rotura de los bloques estabilizados.....	120
Anexo A 15: Deformación de las muestras después de la rotura.....	120

RESUMEN

El objetivo de la investigación es mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe, adicionándole fibras de coco. Para lo cual se efectuaron una serie de evaluaciones de campo y laboratorio hasta obtener el material idóneo. Se elaboraron un total de 72 bloques de adobe (24 bloques patrón, 24 bloques con 0.25% de fibra, 24 bloques con 0.50% de fibra y 24 bloques con 0.75% de fibra de coco). Una vez completado el secado a los 28 días, se procedió a efectuar los ensayos de variabilidad dimensional, resistencia a compresión, resistencia a la erosión acelerada (SAET) y la comparación económica del adobe. Respecto al ensayo de variabilidad dimensional, se obtuvo una menor variación porcentual de 0.42%, 0.27% y 0.13% de largo, ancho y altura con la dosificación del 0.50% de la fibra, mientras que en el adobe patrón se dio una mayor variación porcentual de 2.39%, 1.95%, y 2.11% de largo, ancho y altura. En cuanto a la resistencia a la compresión todas las unidades estabilizadas con fibra de coco, superaron a la resistencia del adobe patrón, obteniéndose una máxima resistencia de 17.56 kg/cm² con dosificación del 0.50% de fibra de coco. En relación al ensayo de la resistencia de erosión acelerada (SAET), los resultados más óptimos se obtuvieron en los bloques con dosificaciones de 0.50 y 0.75%, alcanzando profundidades de oquedad de 9.40 y 8.93 mm, clasificados como aptos, de igual forma los adobes dosificados con 0% (patrón) y 0.25% alcanzaron oquedades de 10.50 y 10.10 mm, clasificándolos como bloques no aptos, todos ellos evaluados según los parámetros establecidos en la Norma Española UNE 41410. Concluyéndose que la adición de las fibras de coco, en la elaboración del adobe mejoran sustancialmente en las características del adobe, por lo que se recomienda como estabilizante.

Palabras clave: Adobe, adobe estabilizado, fibra de coco, resistencia y erosión hídrica.

ABSTRACT

The objective of the research is to improve the physical and mechanical properties of adobe, adding coconut fibers. For which a series of field and laboratory evaluations were carried out until the ideal material was obtained. A total of 72 adobe blocks were made (24 pattern blocks, 24 blocks with 0.25% fiber, 24 blocks with 0.50% fiber and 24 blocks with 0.75% coconut fiber). Once drying was completed after 28 days, dimensional variability, compression resistance, resistance to accelerated erosion (SAET) and economic comparison of adobe were carried out. Regarding the dimensional variability test, a lower percentage variation of 0.42%, 0.27% and 0.13% in length, width and height was obtained with the dosage of 0.50% of the fiber, while in the pattern adobe a greater percentage variation occurred. of 2.39%, 1.95%, and 2.11% for length, width and height. Regarding compression resistance, all the units stabilized with coconut fiber surpassed the resistance of the standard adobe, obtaining a maximum resistance of 17.56 kg/cm² with a dosage of 0.50% coconut fiber. In relation to the accelerated erosion resistance test (SAET), the most optimal results were obtained in the blocks with dosages of 0.50 and 0.75%, reaching cavity depths of 9.40 and 8.93 mm, classified as suitable, in the same way the adobes dosed with 0% (standard) and 0.25% reached cavities of 10.50 and 10.10 mm, classifying them as unsuitable blocks, all of them evaluated according to the parameters established in the Spanish Standard UNE 41410. Concluding that the addition of coconut fibers, in the elaboration of Adobe substantially improves the characteristics of Adobe, which is why it is recommended as a stabilizer.

Keywords: Adobe, stabilized adobe, coconut fiber, resistance and water erosion.

INTRODUCCION

El adobe es el material de construcción más usado a nivel mundial, desde tiempos remotos hasta la actualidad a jugado un papel importante en la edificación de viviendas, con el transcurrir del tiempo ha adquirido gran realce como material de construcción, es así que en todos los países de Latinoamérica y especialmente en la sierra peruana su uso es indispensable debido a su bajo costo y fácil obtención de la materia prima, muchas veces proporcionado por el propio terreno.

A lo largo del país y especialmente en la sierra se observa que el adobe juega un papel importante en la construcción, no solo en áreas rurales donde es utilizado por los pobladores de la zona, sino también en áreas urbanas, sobreviviendo a través de los siglos, resistiendo el embate de sismos y terremotos, evidencia que se encuentra, sobre todo en los centros históricos. (Paredes & De La Cruz, 2017, p.2)

La investigación está orientada a mejorar la consistencia estructural del adobe, a través de la de la adición de la fibra de coco. considerando todo lo anterior expuesto, se realizarán los diversos ensayos establecidos en la Norma Técnica Peruana E-080, el Reglamento Nacional de Edificaciones E-70 de albañilería y la Norma española UNE 41410. El cual comprenderá los ensayos de variabilidad dimensional, resistencia a compresión y la resistencia a la erosión acelerada.

En la actualidad los constantes crecimientos desordenados que viene experimentando la ciudad de Ayacucho es alarmante, donde las construcciones de viviendas a aumentado, alcanzando zonas de topografía agreste cada vez más elevadas de la franja urbana. Como se ve en el caso de las zonas del cerro la Picota, Yanama, Mollepata y muchas otras zonas rurales. La cual han traído consigo la adaptabilidad de viviendas precarias hechos de tapial, adobes y

muchas veces de piedras, construidas sin una supervisión técnica adecuada generando un peligro de riesgo y desastre en un futuro.

La baja accesibilidad a contar con una vivienda nivel del Perú y demás países, trae consigo el interés social de implementar diversas normas de construcción con tierra. En el Perú se implementó la Norma Técnica Peruana E-080 adobe que especifica los procedimientos para una adecuada construcción con adobe que en la actualidad aun viene siendo implementado.

A raíz de lo antes expuesto nace la idea de este proyecto de investigación de mejorar las características físicas y mecánicas del adobe incorporando fibras naturales de origen vegetal, en este caso la fibra de coco, con el propósito de mejorar las características estructurales en la construcción con tierra, y dar una mejor respuesta a los fenómenos naturales como en el caso de un sismo e inclemencia climáticas.

En el departamento de Ayacucho y en muchas partes del Perú, alcanzar una vivienda, se ha convertido en algo utópico, que en muchos casos es difícil de realizar por su alto costo. La elaboración de adobes con material propio de la zona, se convierte en un factor de respuesta inmediata a las necesidades existentes a la falta de vivienda y más aun de interés social que viabiliza las brechas de carácter económico.

Esguerra (2013) en su investigación hace referencia lo siguiente:

Los adobes como material de construcción se convierten en una respuesta a las necesidades existentes en la construcción de vivienda de interés social y económico. Pone en práctica los conocimientos tecnológicos y sistematizados de los procesos de elaboración del ladrillo, contribuyendo con esto al mejoramiento de la calidad del material y satisfacer plenamente las necesidades de las personas en cuanto a tiempo, costo y producto.

Por circunstancias de orden público, pobreza, y desplazamiento se hace necesaria la construcción de vivienda asequible a las poblaciones más vulnerables dando respuesta inmediata a todas aquellas necesidades que se presentan en el diario vivir. (p. 21)

La zona sierra sur de nuestro país según la norma E-030, se ubica en una zona de actividad sísmica media (zona 2), comprendiendo el Departamento de Ayacucho y su provincia de Huamanga. El cual en los últimos años ha desarrollado un rápido crecimiento urbano, más aún teniendo la necesidad de contar con viviendas, que ha con llevado a las edificaciones de viviendas de adobe de hasta 2 pisos, esto hace que sean vulnerables a los efectos de la actividad sísmica.

Las fibras naturales de origen vegetal, se están convirtiendo en una alternativa viable en la fabricación de materiales de construcción, es así que económicamente en comparación con otros materiales compuestos como la fibra de vidrio, fibra de carbono etc. son fáciles de adquirir, la cual la convierte en una alternativa accesible para la elaboración del adobe. Las fibras naturales en la actualidad no son muy utilizadas en la construcción, pues desconocen sus propiedades y múltiples ventajas que se pueden obtener al utilizarlas.

En consecuencia, por lo antes expuesto se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la Influencia de la adición de fibra de Coco (*cocos nucifera*) en la resistencia del adobe, Ayacucho-2021.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar la variabilidad dimensional y la resistencia a compresión del adobe estabilizado con 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco con respecto al adobe patrón, fabricados en la localidad de Mollepata 2021.
- ✓ Determinar el nivel de resistencia al ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET), del adobe estabilizado con adición del 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco, con respecto a las unidades del adobe patrón, fabricados en la localidad de Mollepata 2021.
- ✓ Determinar la comparación económica del adobe estabilizado con fibra de coco, respecto al adobe tradicional.

I MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes

Esguerra (2013) en su investigación menciona que:

La finalidad de este trabajo, es encontrar un material constructivo (adobe) no estructural hecho a base de suelo predominante en la región, derivado de cenizas volcánicas mezclado con diferentes materiales usados desde la antigüedad en la construcción de vivienda como son boñiga, paja, arena fina, y cal buscando la mezcla más adecuada y mejorando la calidad del producto terminado.

Este trabajo de investigación se puede dividir en tres etapas, la primera inicia con la extracción de muestras inalteradas de suelo derivado de cenizas volcánicas, para hacer ensayos de laboratorio para su caracterización física y mecánica, seguido por la elaboración de seis mezclas con diferentes proporciones de aditivos en mención, que fueron fijados de acuerdo a las metodologías de las referencias encontradas a lo largo de la investigación, elaborando doce adobes por cada mezcla , y utilizando una máquina de compresión manual. Se obtuvo entonces, una muestra total de sesenta adobes, después del proceso de secado a temperatura ambiente, con una duración aproximada de treinta días, se realizaron pruebas de compresión y porosidad, para determinar cuál de ellas presenta mejores resultados.

Con la mezcla o tratamientos seleccionados se fabricaron quince adobes, en donde se observó la necesidad de agregar cal a los tratamientos, así mismo se concluyó que el método de fabricación de los adobes no tiene suficiente compresión para evitar las altas absorciones obtenidas. (p.10)

Otros autores realizaron su investigación utilizando diversos aglomerantes con el objetivo de mejorar la resistencia del adobe, afirmando lo siguiente:

Se elaboraron Adobes con dos tipos de tierra llamadas cangahua y arcilla con la inclusión de diversos materiales aglomerantes. El objetivo es mejorar su resistencia a la compresión, utilizando aglomerantes naturales y artificiales. Esta investigación permitió contrastar su importancia en el desarrollo de la vivienda en muchos lugares del mundo a través de la historia y que lamentablemente ha sido desplazado, como elemento constructivo, por el apareamiento de otros materiales.

Los aglomerantes utilizados son materiales naturales como: paja de páramo, cáscara de arroz, fibra de cáscara de coco y un elemento que no es natural, el catalizador gastado del proceso de refinamiento de combustibles compuesto de sílice y aluminio, en dosificaciones del 5, 10, 15 y 20% tanto con cangagua, como con arcilla, lo que determinó la nueva resistencia de los adobes.

Las muestras elaboradas, se ensayaron en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Central del Ecuador, dónde fueron sometidas a la resistencia a la compresión, logrando obtener resultados comparables con las normas mínimas de resistencia que el INEN exige para materiales que cumplen iguales funciones en la construcción. El comparativo es con el bloque hueco de cemento y el ladrillo cerámico. (Paredes & De La Cruz, 2017, p. 1)

Otros autores han afirmado lo siguiente:

Los bloques de tierra comprimida (BTC) han tenido presencia, en México, durante al menos los últimos 30 años. Sin embargo, en los recientes 10 años con el surgimiento de centros de investigación, asociaciones y desarrolladores, tanto de tecnología como de vivienda, se ha construido un discurso que enfatiza la idea de progreso gracias al uso de la tecnología. En él se sostiene que los BTC son una mejora y por consiguiente una evolución con respecto al adobe tradicional. Ante tal afirmación se ha planteado un estudio que propone revisar cuál es la base que sustenta tal argumento y la manera en que afecta a la percepción hacia los BTC y hacia el adobe. Se ha podido identificar que la relación establecida entre ambos objetos corresponde a las similitudes que existen en sus rasgos físicos y al hecho de que son utilizados bajo la práctica correspondiente a las mamposterías. No obstante, es evidente que tienen en sus rasgos constitutivos una lógica distinta, lo que es fácilmente observable durante sus procesos de producción y sobre todo en su implementación constructiva. Esto ha permitido demostrar que la similitud física no es suficiente para sustentar tal argumento. A partir del análisis genealógico de los BTC se estudia la manera en que se maneja la información relativa a las cualidades del material en diferentes medios, sobre todo impresos. Esto ha posibilitado concluir, de manera provisoria, que el discurso sobre la calidad superior de los BTC, en relación a la calidad del adobe tradicional, es un recurso mercadotécnico con fines vinculados con el desarrollo de la industria de la construcción. Afirmación que en gran medida carece de fundamento, ya que son componentes constructivos de diferente índole con desarrollos paralelos, más que como continuación o mejoramiento tecnológico. (Sanchez & Soria, 2015, p. 1)

Otras investigaciones hacen mención el uso de la planta cabuya como estabilizante natural en los bloques de adobe, y refiere que:

La presente investigación aborda el tema de estabilización del adobe para mejorar su desempeño como material de construcción. El objetivo es evaluar la factibilidad de un polímero natural local (Cabuya o *Furcraea andina*) como estabilizador del adobe tradicional y las condiciones necesarias para garantizar su acción estabilizante. Evaluó la preparación del polímero estabilizante antes de su incorporación al adobe con un proceso de maceración que se prolonga entre 5 y 20 días, fijándose tres tiempos de maceración distintos y evaluándose para cada uno de ellos el desempeño del adobe estabilizado en dos aspectos: la resistencia mecánica a través de resistencia a la compresión y a la flexión; y la resistencia al agua mediante la prueba del chorro de agua y el ensayo de inmersión. Sus conclusiones indican que el extracto de Cabuya necesita un tiempo mínimo de maceración de 5 días y un óptimo de 10 para activar sus propiedades estabilizantes y lograr mejorar significativamente la resistencia al agua del adobe. La resistencia a la compresión y a la flexión mejoran en un 9.6% y 133.7% respectivamente, mientras que la resistencia a la acción del agua mejora notablemente, haciéndolo competitivo con otros materiales estabilizantes como la cal o el cemento. (Benites, 2017, p. 7)

Otros autores hacen referencia el uso de la fibra de Coco como estabilizante, en el cual refiere que:

La tesis estudia la influencia que presenta el concreto con respecto a la resistencia mecánica, al adicionarle diferentes porcentajes de fibra, para dicho estudio se realizó diferentes ensayos a los agregados, tanto al agregado grueso como al fino, dichos agregados fueron extraídos del río Mashcón, los ensayos que se realizaron fueron: ensayo granulométrico, ensayo de contenido de humedad, ensayo de peso específico y

absorción, peso unitario, ensayo de material más fino que pasa por la malla N° 200, ensayo de abrasión; dichos ensayos fueron realizados para determinar las propiedades de los agregados para así poder realizar el diseño de mezcla por el método del ACI-211 y el método del módulo de finura de la combinación de agregados, eligiendo como nuestro diseño a utilizar el segundo método mencionado. La fibra de coco fue traída de la provincia de Jaén, ya que en esta ciudad el fruto es comercializado pelado, por ende la fibra de coco utilizada para esta investigación fue extraída manualmente. Los porcentajes de fibra utilizados fueron del 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% con una longitud de 2.5 cm, los porcentajes se incorporaron a la mezcla en relación del agregado fino. Se elaboraron 45 probetas cilíndricas y 45 especímenes de concreto para ser ensayadas a compresión y a flexión respectivamente. Finalmente se concluyó que al adicionar fibra de coco en 0.50%, 1.00%, 1.50% y 2.00% a las probetas de concreto, los valores de resistencia a compresión en porcentaje a los 28 días de edad son de 95.60%, 98.39%, 76.37% y 65. 73%, reportándose así una disminución en la resistencia al adicionarle fibra de coco, en cambio al utilizar los mismos porcentajes en los especímenes de concreto los valores obtenidos en porcentaje a los 28 días de edad son de 127.53%, 129.85%, 132.84% y 140. 88% aumentando así la resistencia a la flexión en un 30%. (Villanueva, 2016, p. 15)

Alfaro (2019) en su investigación afirmó que:

Esta investigación tiene como objetivo obtener un adobe estabilizado de propiedades físicas y mecánicas superiores a las del adobe tradicional implementando una nueva tecnología que consiste en el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, para lo cual se realizó un estudio de tipo cuantitativo, con un alcance descriptivo y estuvo basado en un diseño experimental.

Se pudo evaluar la influencia de las fibras sintéticas de polipropileno en las propiedades físicas y mecánicas del adobe elaborando los especímenes necesarios, en cantidades y dimensiones según la Norma E-080 (2017), se realizó un grupo de control con 0.0% de fibras y tres grupos experimentales con 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibras respecto al peso de suelo seco, se evaluó en el laboratorio su desempeño en los ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta por compresión diametral, resistencia del mortero a la tracción indirecta, resistencia a la flexión, resistencia al ensayo de erosión acelerada Swinburne (SAET), variación dimensional y alabeo. (p.6)

En su investigación Ccoillo (2016), hace referencia a la evaluación del comportamiento del adobe estabilizado con pasto y solución de cactus, empleando diferentes porcentajes en los tratamientos.

Se prepararon la solución de cactus para luego combinarlas en los tratamientos; Seguidamente se elaboraron las muestras sin estabilizar, estabilizados con la solución de cactus y estabilizados con la solución de cactus + 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% de pasto natural, secado 30 días las muestras fueron sometidos a las pruebas de ensayo de variación porcentual de la deformación durante el secado, para ello se tomaron las dimensiones de cada muestra, ensayo de compresión simple para determinar el esfuerzo máximo, ensayo de absorción en 30 minutos sumergido bajo agua y finalmente la prueba de erosión para determinar el porcentaje de desgaste frente a una erosión hídrica inducida, sometiéndose cada muestras y tratamientos. (Ccoillo, 2016, p. 10)

Luego de observar los resultados obtenidos y compararlos entre sí, se concluyó: que el pasto natural (*Stipa ichu*) otorga mejoras significativas a las deformaciones durante el secado y en el porcentaje de desgaste, respecto en la resistencia a medida en que se incrementa el pasto natural hace que disminuya su esfuerzo máximo en 5.44, 11.53, 16.57 y 19.96 kg/cm² respecto al primer tratamiento (patrón), pero siendo estos

tratamientos su resistencia máxima por encima de la Norma E.080 estipulado. (Ccoillo, 2016, p.10)

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (2019) en su investigación menciona que:

En muchas regiones del Perú, la construcción de viviendas con adobe, con tierra del mismo terreno o canteras cercanas es la principal opción para mucha gente de escasos recursos. En el departamento de Ayacucho según la INEI (2017), de un total de 173,344 viviendas el 56.8% están construidas con paredes de adobe.

De acuerdo al INEI (2017), el distrito con mayor incidencia en construcción con adobe es Ayacucho (7.213 de 23,266 viviendas), del cual se obtuvo la tierra, la arena gruesa y el estabilizante usado en la fabricación de adobes. Los mismos que son enviados al laboratorio de geotecnia de la Universidad de Lima, cumpliéndose así los objetivos de este primer entregable.

Es importante señalar que durante la investigación sobre el uso de adobe para la construcción de las viviendas en la localidad de Ayacucho, se testificaron muchos albañiles maestros en la fabricación de adobe quienes coinciden en el uso ocasional del estabilizante en la zona, ya sea ichu o paja de trigo por no ser rentable económicamente, debido a que el ichu es transportada de las alturas de la ciudad y la paja de trigo en estos últimos años ha tenido mucha más demanda como alimento de ganado que como estabilizante en la fabricación de adobe, además que su temporada de crecimiento y cosecha solo fluctúa entre los meses de agosto y diciembre. (p.2)

Gómez (2015) en su investigación describe la evaluación técnica de las construcciones de adobe, según la norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones en la localidad de Rancho, dando importancia al comportamiento estructural de las edificaciones a través de la

utilización del software ETABS. Consiguiendo estudiar los comportamientos de la estructura bajo simulaciones sísmicas y su evaluación a través de los efectos producidos.

El desconocimiento o poca familiarización con la Norma Técnica Peruana E.080 de adobe puede generar problemas durante el proceso constructivo con el adobe. Es por ello, la importancia de la investigación radica en proponer un diseño modelo de bajo costo en su construcción y que brinde seguridad ante eventos sísmicos. En la zona del proyecto se hallan construcciones muy vulnerables en la ubicación, la arquitectura y las estructuras, por lo cual no garantizan la resistencia a un movimiento sísmico (terremoto). Las fallas de las estructuras de adobe no reforzada, debido a sismos, son frágiles, usualmente la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla del amarre de los muros en las esquinas, empezando por la parte superior, este a su vez aísla los muros, unos de otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral produciendo el desplome del mismo fuera de su plano. (Gómez, 2015)

Bases Teóricas

Hernández (2016) en su investigación hace referencia a la evolución de las diferentes técnicas en la construcción y refiere que:

Las técnicas de construcción en tierra, junto con la madera y la piedra, surgieron casi en todas las primeras civilizaciones y se fueron expandiendo a otros lugares a través de las invasiones y conquistas, adaptando la técnica constructiva a cada suelo y clima. La arquitectura de tierra es uno de los productos culturales más antiguos de la civilización con la que se construyeron grandes núcleos urbanos en la mayor parte del mundo. Muchas de estas ciudades aún siguen en pie, y debemos conservar este patrimonio arquitectónico tan impresionante como primitivo.

Desde sus inicios, la humanidad ha tenido una estrecha relación con el suelo para su supervivencia y han sabido identificar el terreno apropiado para poder abastecer las diferentes necesidades: desde la obtención de alimentos, pasando por la producción de objetos o pigmentos hasta la construcción de templos o refugios. (p.4)

Historia

Durante siglos las civilizaciones tuvieron medios para edificar, reparar y adecuar su espacio habitable gracias al uso de materiales de origen terreo, ya que estaban a su alcance y eran de fácil transformación. Este tipo de conocimientos permitió que el uso de la tierra como material de construcción existiera en muy variadas prácticas. Como muestra de esto, el 20% de los sitios culturales inscritos en la lista del patrimonio mundial son estructuras construidas parcial o totalmente con tierra, por lo que la UNESCO considera que su uso como material de construcción tiene un valor patrimonial que hay que preservar.

Entre las muy variadas prácticas tradicionales de construcción con tierra destaca el uso del adobe, ya que está presente en prácticamente todas las civilizaciones del mundo. Además, en los rasgos formales, que le caracterizan, podemos apreciar la existencia de un equilibrio entre lo permanente y lo mutable. Las características que puede presentar una pieza, tanto en dimensiones, consistencia, forma de producción y de aplicación en las edificaciones, entre otras, eran resultado de las mejoras que buscaban las comunidades, para satisfacer sus necesidades. Estos procesos de innovación se daban de manera lógica, permitiendo que su uso fuera habitual, lo que hace que el adobe sea un objeto de uso. Permitted que sea valorado como un objeto un valor patrimonial. (Sanchez & Soria, 2015, p. 1)

Figura 1

Bóvedas nubias del templo Ramses III, 2300 a,c construidas con adobe. (Egipto)



Nota. La figura muestra las construcciones de adobe en formas circulares. Tomado de Hernández (2016)

Chan Chan (1200-1480)

Es la ciudadela de barro más grande de América y la segunda en el mundo, perteneciente a la cultura Chimú. Se ubica al noroeste del área metropolitana de Trujillo entre los distritos de Trujillo y Huanchaco. Fue declarada como Patrimonio de la Humanidad por la Unesco en 1986.

Figura 2

Ruinas de la ciudadela de Chan Chan: Trujillo-Perú



Nota: Recuperada de Google Arts and Culture (2020)

Cultura Caral

La cultura Caral es considerada la ciudad más antigua del Perú (con un aproximado de 5000 años hasta el presente) y sede de la primera civilización andina. Fue contemporánea a grandes civilizaciones primigenias como Mesopotamia, Egipto, India, China y Mesoamérica, que son los focos originarios de cultura en el mundo.

En cuanto a su arquitectura fue un gran complejo urbano en el que resaltaron las múltiples construcciones monumentales tales como, edificios escalonados, templos y pirámides. Para realizar las construcciones, los Caral usaron muros de piedra y adobe unidos con argamasa, arcilla fina, granodiorita y barro. También hicieron uso de materiales orgánicos como madera y caña.

Figura 3

Caral, civilización más antigua de América



Nota. La figura muestra la cultura Caral, considerada la ciudad más antigua del Perú. Tomado de Mayans (2021)

1.2 El suelo

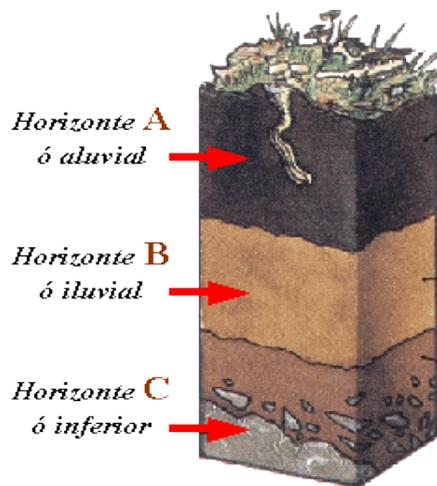
Los suelos son por definición el material que se localiza en las capas superficiales de la corteza terrestre en donde nacen, crecen y se reproducen animales y vegetales, resultado de la desintegración de las rocas a través del tiempo, afectados por los fenómenos naturales y la vida animada que se da en la superficie. (De la Peña, 1997, p.23)

1.2.1 Perfil del suelo

“La superficie terrestre está dividida en diferentes capas llamadas horizontales, como son; Horizonte A, suelo superficial de material desintegrado; Horizonte B, bajo suelo; y por último Horizonte C, roca madre (zona de material primario).” (De la Peña, 1997, p.24)

Figura 4

Perfil del Suelo



Nota. La imagen muestra los diferentes perfiles del suelo. Tomado de Ibáñez (2008)

1.2.2 Composición del Suelo

El suelo está compuesto por gravas, arenas, limos y arcillas, cuyas proporciones varían de acuerdo a la textura del suelo in-situ.

La tierra de los horizontes A y B serán las que se utilicen en la fabricación de adobes, por lo tanto, es importante conocer su contenido de arenas, limos y arcillas con lo que estaremos en la posibilidad de conocer su comportamiento, sin necesidad de análisis complejos de laboratorio. (De la Peña, 1997, p.24)

1.2.3 Textura del suelo

“La textura del suelo se define como la proporción en que se encuentran las diferentes partículas de tamaño inferior a 2 mm (arena, limo y arcilla). La textura otorga características específicas que inciden en las propiedades físico-químicas del suelo.” (Ministerio de Agricultura, 2011, p.8)

a) Gravas

“Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de roca y que tienen más de dos milímetros de diámetro.” (Crespo, 2004, p.21)

b) Arenas

Crespo (2004) afirma que: “La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2mm y 0.05 mm de diámetro” (p. 22)

c) Limos

Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo orgánico como el producido por las canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo este último caso de características plásticas. El diámetro de las partículas está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. (Crespo, 2004, p. 22)

d) Arcillas

Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. La estructura de estos minerales es, generalmente, cristalina y complicada, y sus átomos están dispuestos en forma laminar. (Crespo, 2004, p. 22)

1.2.4 Características Físicas y Mecánicas del Suelo

García y Ramírez (2006) en su investigación menciona que: “Para realizar la descripción e identificación de una muestra de suelo es necesario determinar las características físicas y mecánicas”

Porosidad.

“Se define como la relación entre el volumen ocupado por gases y líquidos y el volumen total del suelo.” (García y Ramírez, 2006, p. 18)

Textura

“Se conoce a través del tacto de un suelo referente a suavidad, cohesión, aspereza, compactación cuando se moldea entre los dedos una porción de suelo con suficiente humedad” (García & Ramírez, 2006, p. 18)

Olor

Se explora para determinar la presencia de materia orgánica, ya que ésta posee un olor particularmente intenso si el suelo está húmedo y disminuye con la exposición al aire.

Plasticidad

“Propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, sin romperse hasta cierto límite, para ello se recurre a los Límites de Atterberg.” (García y Ramírez, 2006, p. 18)

Granulometría

Es la determinación de la cantidad de los diferentes tamaños de partículas que constituyen el suelo, expresado en porcentaje. (García y Ramírez, 2006, p. 18)

Resistencia al esfuerzo cortante:

Es el valor máximo de la resistencia al corte que se puede inducir dentro de la masa del suelo antes de que ceda

1.3 Adobe

“Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos” (Norma E-080, 2006, p.1)

1.4 Adobe Estabilizado

“Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad” (Norma E-080, 2006, p.1)

1.5 Composición Apropiada del Suelo

“La gradación del suelo para la fabricación de adobes debe aproximarse a los siguientes porcentajes: Arcilla 10-20%; limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados” (Norma E-080, 2006, p.1)

1.6 Formas y Dimensiones

La Norma E-080 (2006) menciona que: “Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales” (p.

1). De la misma forma sus dimensiones deberán ajustarse las siguientes proporciones:

- Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm. (p.1)

1.7 Requisitos Para la Unidad o Bloque de Adobe

La Norma E-080 (2006) menciona que: “El adobe debe ser macizo y solo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara” (p.1).

“El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad” (Norma E-080, 2006, p.1)

Definición y Características de la Fibra de Coco

1.8 La Fibra

En la actualidad las fibras que más se utilizan son las de asbesto, acero, vidrio, carbón, polipropileno, nylon, etc. Sin embargo, debido a la dificultad de su obtención y fabricación, así como los costos que esto representa, surge la alternativa ecológica y de bajo costo de utilizar fibras naturales como el sisal, henequén, fique, celulosa, coco y otras.

Las fibras naturales de origen vegetal están constituidas de celulosa, sustancia polimérica conformada por moléculas de glucosa, enlazadas por lignina y asociada a cantidades variables de otros materiales naturales. Estas pueden ser clasificadas de acuerdo a la parte de la planta de donde son extraídas. Para el caso de la fibra de coco, son extraídas de la semilla del mismo, aunque hay indicios que pueden utilizarse también las fibras del tallo y las hojas. (Gómez, 2009, p. 11)

1.9 Fibras Estabilizantes

Con los estabilizantes por fibras se controla el comportamiento de dilatación y retracción o contracción durante el fraguado; este consiste en la adherencia de material fibroso a la tierra, formando redes al unirse. Estas fibras pueden ser de origen vegetal, como paja, diferentes gramíneas, virutas de madera, acículas de pináceas, cáscaras de coco, tallos del maíz y fibras de pita o fique, o de origen animal, como lana, crines de caballo, pelo de llama. El material agregado debe estar seco, para evitar que se descomponga. (Arteaga, Medina, & Gutierrez, 2011, p. 5)

“Las fibras como estabilizantes impiden la aparición de fisuras y siguen actuando con el tiempo; también cumplen la función de articular la estructura y volverla flexible ante movimientos sísmicos” (Arteaga et al., 2011).

1.10 Stipa Ichu

El Ichu o paja, es una gramínea herbácea que crece en las alturas andinas de los diferentes territorios del Perú, es utilizado generalmente en la alimentación de los diversos ganados. En el campo de la construcción es útil como estabilizante en la elaboración del adobe, pues permite mejorar las características físicas del bloque.

1.11 Fibra de Coco

La fibra de coco es de origen natural ya que es obtenida del fruto de la palmera de coco (*cocos nucifera*). El coco es un fruto cubierto de fibras que va desde los 20.0 a 30.0 cm. de longitud con forma ovoide, y puede llegar a pesar 2.5 kilogramos. La fibra de coco tiene un alto contenido de lignina, pero bajo contenido de celulosa, lo cual da como resultado fibras resistentes, fuertes, y muy duraderas. (Escudero & Aristizabal, 2016, p.20)

1.11.1 Composición de la Fibra de Coco

La composición del coco es un 35% de cáscara con fibra, casco o hueso en un 12%, albumen o carne en un 28% y agua en un 25%. Los porcentajes varían muy poco debido a que son dependientes del tamaño o estado de maduración del coco. La fibra de coco es un material con un aroma propio de su nombre, se caracteriza por tener un color café después de secarse, además de poseer variedad de longitudes, en promedio tiene una longitud comprendida entre 15.0 y 25.0 cm. (Escudero & Aristizabal, 2016, p.21)

1.11.2 Características de la Fibra de Coco

La cáscara del fruto del coco también llamada estopa o bonote da una fibra muy importante que puede ser utilizada tanto en la industria como en la construcción. Es una fibra multicelular con un alto grado de rigidez y dureza debido a sus dos componentes, la celulosa y el leño; entre sus principales características se pueden mencionar las siguientes: la baja conductividad al calor, la resistencia al impacto, a las bacterias y al agua, también la durabilidad y resiliencia hacen de la fibra de coco el material indicado para trabajos de aislamiento térmico y acústico. Cada coco puede generar 125 gramos de fibras y con la extracción de esas fibras de la cáscara, se producen además unos 250 gramos de polvo de coco. (Gomez, 2009, p.18)

Figura 5

Adobe con fibras de coco



Nota. La imagen muestra el adobe estabilizado con fibra de coco. Tomado de Roux y Olivares (s.f.)

1.11.3 Longitud y Diámetro de las Fibras

Las fibras pueden ser cortas, largas o incluso continuas. A menudo, sus dimensiones se caracterizan en función de la relación de forma l/d , donde l es la longitud de la fibra y d su diámetro. Las fibras comunes tienen diámetros que varían desde $10\ \mu\text{m}$ (10×10^{-4} cm) hasta $250\ \mu\text{m}$ (250×10^{-4} cm). (Gomez, 2009, p.12)

1.11.4 Cantidad de Fibra

“Una fracción volumétrica mayor de fibras incrementa la resistencia y la rigidez del material compuesto, sin embargo, ésta tiene sus límites y al sobre pasar el porcentaje máximo de fibra las propiedades del material empiezan a disminuir.” (Gomez, 2009, p.12)

1.12 Beneficios y Ventajas del Uso del Adobe

Chuya y Ayala (2018) en su investigación manifiesta que entre las múltiples ventajas que se consiguen con el adobe se encuentran:

- ✓ Fácil accesibilidad.
- ✓ Baja contaminación ambiental.

- ✓ Tecnología constructiva simple.
- ✓ Excelentes propiedades térmicas y acústicas.
- ✓ Alto ahorro de energía (usos de energías renovables).
- ✓ Fácil integración al ecosistema local (materiales y técnicas locales).
- ✓ Fácil reciclaje de los excedentes de construcción. (Chuya & Ayala, 2018)

1.13 Efecto de Humedad en el Adobe

Los fenómenos naturales tales como: el viento y la lluvia, son sin duda los factores externos que más afectan a una construcción de tierra. Sin embargo, la precipitación es el factor externo de mayor preponderancia que influye en el desgaste de un muro de tierra, debido a que su efecto continuo causa la erosión de la pared. Dichas precipitaciones no siempre caen en forma perpendicular, sino en la mayoría de los casos sedán alcanzando diferentes ángulos agudos con respecto a la superficie del suelo.

La acumulación del agua en el piso, producto de las extensas precipitaciones, trae consigo la ascensión de agua por capilaridad en las edificaciones de tierra desde parte inferior a la superior, tornándose así manchas color café en los muros, que son sinónimos de la presencia de humedad. Dicha humedad puede causar daños a la estructura de la vivienda, muchas veces provocando pérdidas en las secciones de la base de la pared.

1.14 Piedra Termal

La piedra termal es una roca sedimentaria, formada por un proceso químico, más precisamente precipitaciones de aguas cargadas de calcio y sus sales producto de la disolución de las rocas calizas por acción de las aguas, fijándose luego en los suelos aprovechando la vegetación existente a la que se impregna formando capas de sedimentación cuando se acumula en forma masiva se le llama Travertino. (Cárdenas , 2014, p.25)

Se hace referencia a este material, por algunos beneficios que comparten las viviendas construidas con piedra termal y adobe. Entre sus múltiples beneficios podemos citar: Confort térmico persona-ambiente, regulando en su interior de la habitación la humedad del aire y la radiación solar, propiedades térmicas y acústicas, baja contaminación ambiental entre otros, ambos como material de construcción son utilizados en gran parte de la zona sur del Perú.

El empleo de este material en muchos elementos de la construcción rustica y urbano como en muros, fachadas, pisos, escaleras, etc. entre otros

1.14.1 Proceso Constructivo

Con respecto al proceso constructivo Cárdenas (2014), senala que se deben de seguir los pasos similares a la albanileria convencional. A continuacion se describen.

Cimentación

Los cimientos y sobre cimientos para los muros de piedra termal siguen el mismo proceso de ejecución constructiva que se realiza para una cimentación convencional.

Refuerzos

El refuerzo en los muros será horizontal y/o vertical. Como refuerzo horizontal de muros se puede utilizar cuartones en tiras colocadas horizontalmente cada 4 hiladas como máximo, cocidas en los encuentros se reforzará la junta que coincida con el nivel superior e interior de todos los vanos (Puertas y ventanas). (Cárdenas , 2014, p. 34)

Amarre

El amarre de cabeza se utiliza con piedras de forma rectangular.

Albañilería

El asentado de la piedra termal sigue procedimiento similar a otras albañilerías.

1.15 Proceso de Fabricación del Adobe

a. Selección del Suelo

“A la hora de hacer construcciones con tierra no todos los tipos de tierra son adecuados para construir, por lo tanto, se debe seleccionar la tierra adecuada para cada técnica constructiva.” (Hernández J. , 2016, p.8)

Figura 6

Extracción de material en cantera



b. Preparación de la Tierra y los Agregados

“La tierra, preferentemente seca y limpia de piedras, basura y vegetales, se puede tamizar con una malla de 5mm, si contiene granos de mayor tamaño. Puede usarse un rodillo o un desterronador mecánico para aprovechar más volumen de tierra”. (Carnevale et al., 2015, p. 36)

La paja, una vez seca, se pica en trozos de aproximadamente 15 cm. y se guarda en bolsas.

Figura 7

Zarandeo de la tierra y arena



Nota. Tomado de (Centro de Estudios y Prevención de Desastres (2002)

c. Hidratación de la Mezcla de Tierra y Agregados

Se van mezclando tierra y agregados con suficiente agua, hasta que la masa adquiera una textura trabajable con buena humedad. La mezcla se puede realizar por medio fiscos como el pisado de personas o animales.

Otros autores han manifestado lo siguiente:

Se deja reposar la mezcla agregando agua y mezclando una a dos veces por día, durante 2-3 días. Este proceso se llama “dormir” o “pudrir” el barro y su objetivo es hidratar las arcillas, disolver terrones y obtener un material más plástico y uniforme. (Carnevale et al., 2015,p. 36)

Figura 8

Preparación de la mezcla



Nota. Tomado de Eigene y Kircher (2007)

d. Procedimiento de Moldeado

Los adobes se fabrican directamente sobre un piso firme, al aire libre. El molde se moja todo el tiempo para evitar que el barro se pegue. El barro se coloca a mano en el molde rellenando bien esquinas y costados, con una ligera presión manual, sin apisonar. Se enrasa con regla o a mano y se desmolda hacia arriba, todo de manera rápida pero prolija. Se organizan filas y cada metro se deja un espacio para poder caminar. (Carnevale et al., 2015).

Figura 9

Formación de bloques de barro



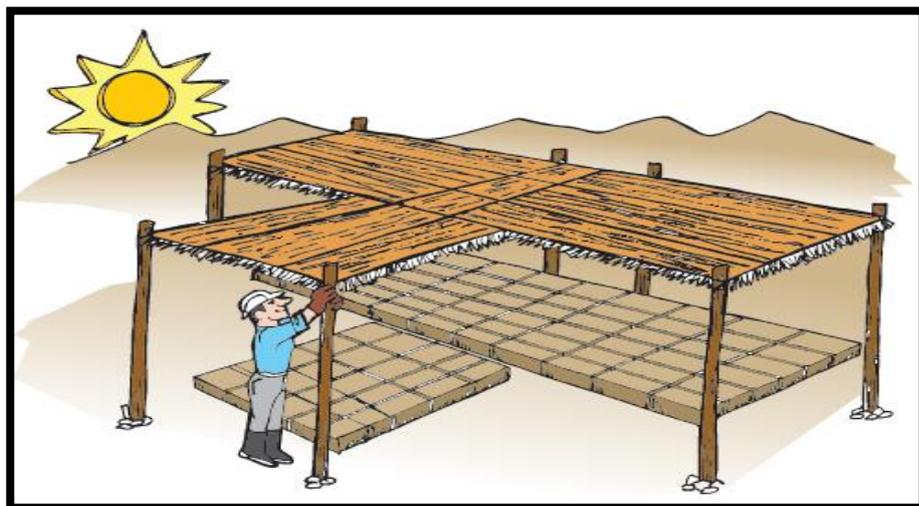
Nota. Tomado de Rojas (2015)

e.-Secado de Adobe

“Los adobes se rajan con el sol, por eso se debe hacer un tendal de esteras o ramas para protegerlos por lo menos durante los dos primeros días” (Manual de Construcción del adobe / MVCS, 2010).

Figura 10

Secado del Adobe



Nota. Tomando del Manual de Construcción del adobe / MVCS (2010)

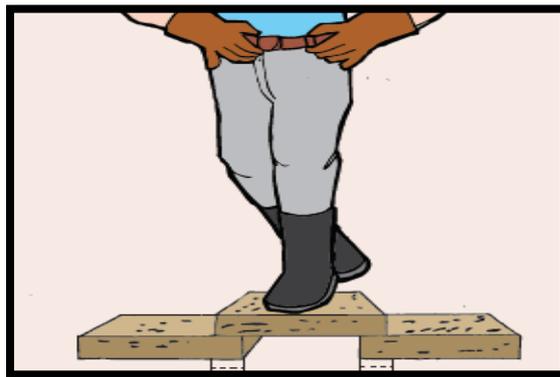
Después de 3 o 5 días se colocará el adobe de canto, para completar su secado y dejar secar los adobes por lo menos 28 días.

f.-Prueba de Resistencia del Adobe

Los adobes no deberán tener grietas, ni estar deformados. Un buen adobe apoyado sobre otros dos, debe resistir el peso de una persona por lo menos durante un minuto. Se debe hacer esta prueba por lo menos cada 50 adobes que se fabriquen. (Manual de Construcción del adobe / MVCS, 2010)

Figura 11

Prueba de resistencia del adobe



Nota. Tomado del Manual de Construcción del adobe / MVCS (2010)

1.16 Ensayos de Laboratorio a Emplear

a) Contenido de Humedad del Suelo

La NTP 339.127 (1998) menciona que el contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

b) Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico viene a ser la representación cuantitativa de los tamaños de las partículas de los suelos. “La clasificación de partículas mayores a 75 μm (retenido en el tamiz N° 200) se efectúa por tamizado, en tanto para la determinación de partículas menores que 75 μm se realiza mediante un proceso de sedimentación y/o lavado” (NTP 339.128, 1999, p. 2).

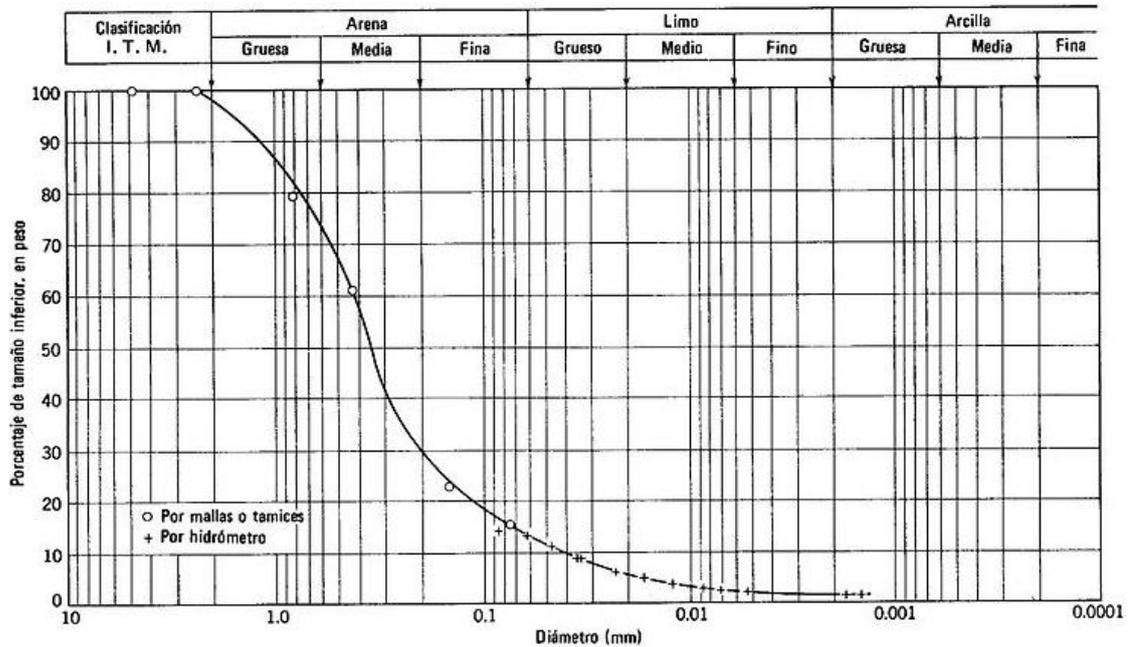
c) Curva Granulométrica

La curva granulométrica es la representación gráfica donde se clasifican las partículas del suelo en función a su tamaño. Esta curva se representa gráficamente en un papel milimetrado de tal forma que en el eje horizontal se use una escala logarítmica, y en la vertical una escala natural.

También representa la distribución granulométrica ensayado en los diferentes tamices cuyos resultados están en función a la proporción porcentual del peso del suelo.

Figura 12

Curva Granulométrica



Nota. Recuperado de Wikipedia la inciclopedia libre (2006)

d) Límites de Consistencia o Límites de Atterberg

Planteado por el físico sueco A. Atterberg, en 1946 estableció la clasificación de los suelos arcillosos. Los diferentes tipos de suelo según su naturaleza y cantidad de agua que contienen, pueden presenten propiedades según su grado de cohesión, que los incluyan en estado sólido, semi-sólido, plástico o semi-líquido. El contenido de humedad límite al que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro. (García & Ramírez, 2006)

Límite Líquido (L.L)

“El Límite líquido se define como el contenido de humedad, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico” (Crespo, 2004, p.70).

Límite Plástico (L.P)

“Se define como el contenido de humedad, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra secado al horno, para lo cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico” (Crespo, 2004, p.77).

Índice de Plasticidad (I.P)

El índice de plasticidad, se representa como la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico.

(Crespo, 2004), menciona que:

Según Atterberg, cuando un suelo tiene índice de plasticidad (I.P.) Igual a cero, el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo presenta baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor a 17 se dice que es altamente plástico. (P. 70)

1.17 Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S)

Según los estudios realizados por Crespo (2004), referencia que este sistema está basado en el estudio de Aeropuertos, la cual ha tenido ligeras modificaciones. Fue presentado por Arthur Casagrande, el cual hace el estudio en función a la clasificación de los tamaños de las partículas de suelos gruesos y los suelos finos, distinguiendo a ambos por el cribado a través de la malla 200; se considera partículas gruesas si más del 50% de partículas del mismo son retenidos por la malla N 200 y finos si más del 50% de sus partículas pasan.

En resumen, el sistema unificado de clasificación de suelos, considera tres tipos: suelo de grano grueso, fino y altamente orgánico.

La simbología utilizada para la identificación del tipo suelo en este sistema de clasificación, se detallan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1

Nomenclatura del S.U.C.S

Tipo de suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobremente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Baja plasticidad	L
		Alta plasticidad	H

Figura 13

Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S)

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕ son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GRAVAS LIMPIA Poco o nada de partículas finas	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. Cu = D ₆₀ / D ₁₀ Cc = (D ₃₀) ² / (D ₁₀)(D ₆₀)	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.
		GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* d	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
			u			
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. de símbolos dobles.	
		ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	Cu = D ₆₀ / D ₁₀ mayor de 6 ; Cc = (D ₃₀) ² / (D ₁₀)(D ₆₀) entre 1 y 3.	
	SP		Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW		
	ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* d	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	
		u				
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. de símbolos dobles.		
	SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad	
			CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.		
OL			Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50		MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.	<p>CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)</p>		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.			
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.			
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.			

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.

⊕ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.

* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS UNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFLO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFLO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Nota. La figura muestra la clasificación del suelo, según el tamaño de las partículas finas y gruesas.

Tomado de Crespo (2004).

Suelo Grueso

En este tipo de suelos hay presencia de gravas(G) y arenas(S), pertenecen al grupo de las gravas si más de la mitad de la fracción gruesa es retenido por el tamiz N° 4, y pertenecen a las arenas aquellos que pasan el tamiz N° 4. A su vez las gravas y arenas se subdividen en cuatro grupos de (GW, GP, GM, GC) y (SW, SP, SM, SC).

Suelo Fino

Se consideran suelos finos cuando más de la mitad de la muestra pasan por el tamiz N° 200. También el sistema unificado los agrupa en tres grupos: para los limos y arcillas con limite liquido menor de 50%, en tres grupos para los limos y arcillas con limite mayor al 50% y en un grupo para los suelos finos altamente orgánicos.

1.18 Propiedades del Adobe a Estudiar

a) Variabilidad Dimensional

La NTP 399.604 (2002) menciona que para cada unidad albañilería se medirá y registrara, el ancho (A), altura (H) y longitud(L), en el ancho se medirán en la lonjita media de las superficies de apoyo superior e inferior, la altura en la longitud media de cada cara, y la longitud en la altura media de cada cara. Dichas longitudes se deben medir con una regla de acero graduada en divisiones de 1,0 mm, o en defecto se medirán con un calibre vernier (pie de rey), respectivamente graduado.

El valor de la variacion dimensional se realizarán con la siguiente ecuación:

$$V (\%) = \frac{(Dn - Dp) \times 100}{Dn} \quad (1)$$

Donde:

V (%): Variación dimensional.

Dp: Dimensión promedio (cm).

Dn: Dimensión nominal (cm).

b) Resistencia a Compresión

La ASTM C39 (2020), menciona que este método de prueba consiste en aplicar una carga axial de compresión a los cilindros o núcleos moldeado a una velocidad que esté dentro de un rango establecido hasta que el bloque alcance su máxima resistencia y ocurra la falla. La resistencia a la compresión de la muestra se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada entre el área de la sección transversal de la muestra.

El valor esfuerzo de resistencia a compresión se calcula con la siguiente formula:

$$f_o = \frac{P}{A} \quad (2)$$

Donde:

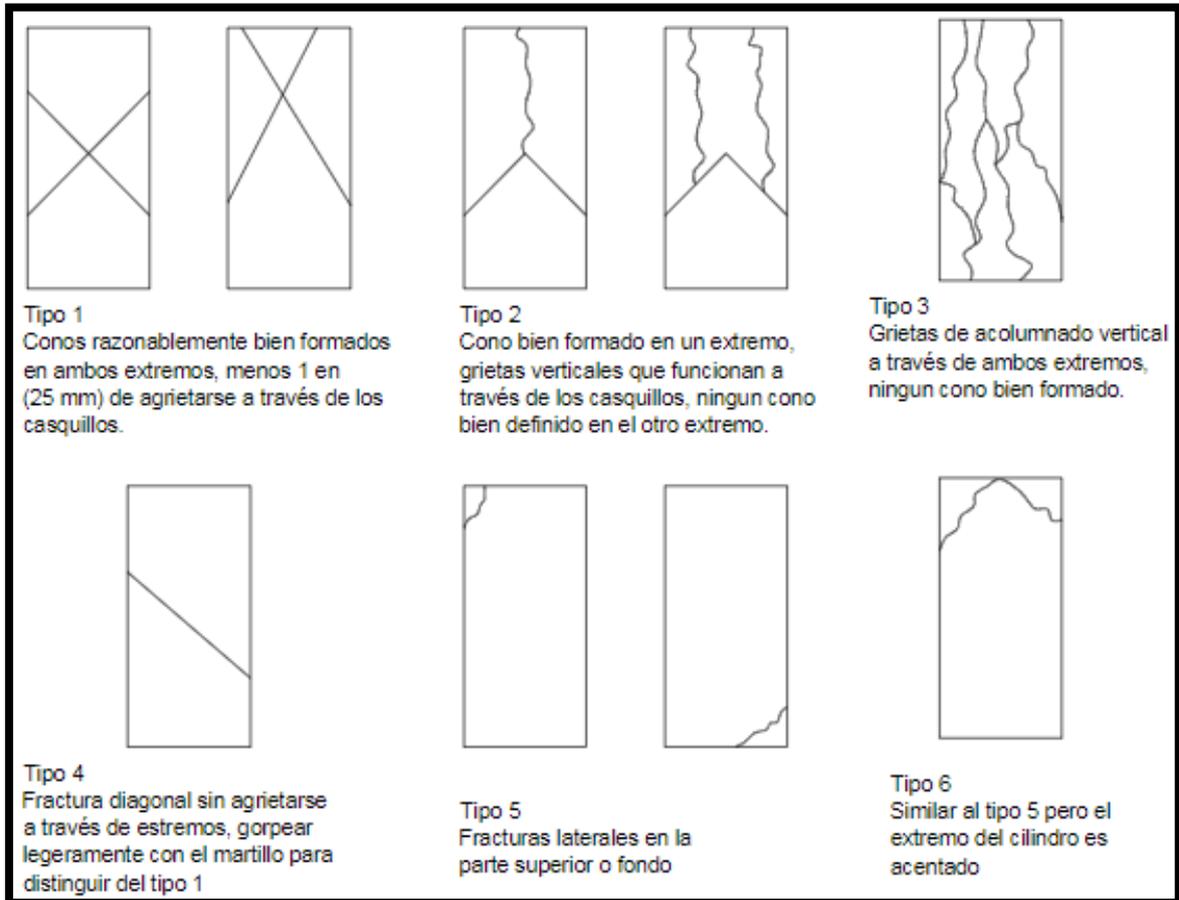
f_o : Esfuerzo máximo de compresión (kg/cm^2).

P: Carga (kg).

A: Área de la superficie del bloque (cm^2).

Figura 14

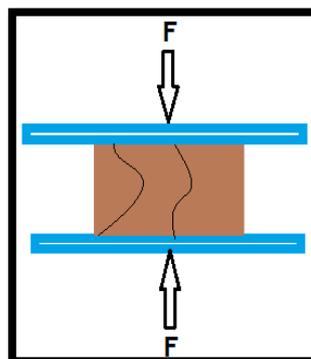
Esquema de los patrones típicos de fractura.



Nota. EL esquema es Adoptado de la Norma ASTM C39 (2020)

Figura 15

Fuerzas a Compresión sobre el adobe.

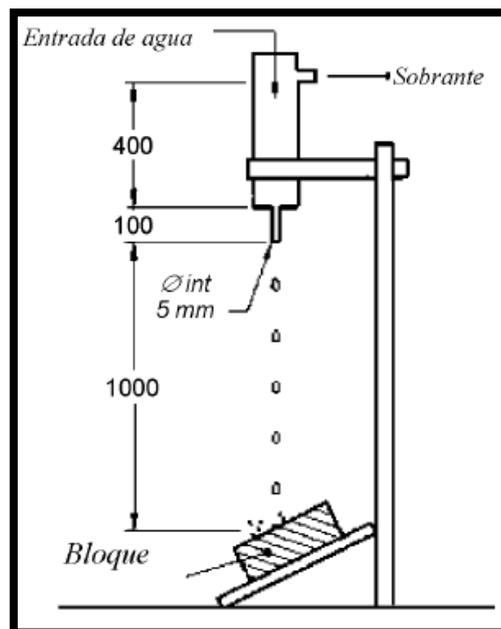


c) Resistencia a la Erosión Acelerada de Swinburne (SAET).

La Norma Española UNE 41410, hace referencia al ensayo a la erosión acelerada con el objeto que clasificar los bloques hechos de tierra como: apto y no apto de acuerdo al grado profundidad de la oquedad, producidos por las lluvias prolongadas. En su defecto hace la simulación artificial a través del equipo (SAET), con el que se suelta chorros continuos de agua para ver el grado de oquedad del bloque de tierra compactado. En la Figura 16 se puede observar las características del equipo de ensayo.

Figura 16

Equipo de Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET).



Nota. Tomada de la Norma UNE 41410:2008 (AENOR, 2008)

Los materiales utilizados en la construcción del equipo se describen a continuación:

- ✓ Una estructura metálica de forma cuadrada de 1x1m como base del equipo de ensayo.
- ✓ Un tubo de acero de 2 pulgada de diámetro, el cual se utilizó para la construcción del soporte del tanque.
- ✓ Argollas de acero deslizables para ajustar la altura del tanque.

FIBRA COCO Y LA RESISTENCIA DEL ADOBE

- ✓ Tubería PVC de 4 pulgadas de diámetro con longitud de 0.6m, para la construcción del tanque de almacenamiento.
- ✓ Tapón de tubería de 4 pulgadas para sellar la entrada de la base del tanque.
- ✓ Sorbete de 5mm de diámetro con longitud de 10cm, anclado a la base del tanque para la salida del fluido
- ✓ Tubería PVC de 0.5 Pulgadaslkn como medio de conexión de la entrada y rebose del tanque.
- ✓ Manguera de fibra de nailon como medio de conexión entre la entrada y salida del fluido del tanque
- ✓ Conexiones de PVC para conectar la tubería de entrada y de rebalse.
- ✓ Pegamento PVC para la unión de la tubería de entrada y de rebose.
- ✓ Todo lo expuesto anteriormente en la construcción del equipo de ensayo, están según los parámetros establecidos en la Norma Española UNE 41410-2008.

Figura 17

Equipo de ensayo de la erosión acelerada de Swinburne (SAET).



Nota. En la figura se muestra el equipo de ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET). El cual fue fabricada según los estándares de calidad contenidos en la Norma Española UNE 41410-2008.

II MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación de la Zona de Estudio

La presente investigación se realizó en la región de Ayacucho, provincia de Huamanga y distrito de Ayacucho. La localidad de Mollepata es el espacio geográfico referido en la investigación, cuya ubicación abarca la región Centro Sur Andina del Perú, a una altura de 2,823 m.s.n.m.

Geográficamente el lugar en estudio se encuentra ubicado en las coordenadas:

Coordenadas UTM-N: 8548002

Coordenadas UTM-E : 582953

2.2 Ámbito de Estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la localidad de Mollepata, dado que en la zona existe preponderancia en la construcción de viviendas de tierra. Actualmente existe un proceso expansivo y crecimiento urbano, motivo por el que se seleccionó y utilizó el suelo del lugar en la elaboración de adobe.

Localización de la Zona del Proyecto

Figura 18

Ubicación geográfica del proyecto



Nota. La figura comprende a la zona rural de Mollepata del distrito de Ayacucho, en la cual se encuentra ubicado la cantera para la obtención del suelo.

Figura 19

Imagen satelital de la zona en estudio



Nota. La imagen contrastada en el software Google earth, muestra la ubicación de la cantera en estudio

2.3 Accesibilidad a la Zona de Estudio

A la zona estudiada se accedió tomando como referencia la plaza de armas de la ciudad de Ayacucho, siguiendo una vía asfaltada hasta llegar al terminal terrestre Cono Norte, desde donde ya se visualiza el panorama de la zona de Mollepata. El tiempo aproximado es de 25 minutos de viaje vía terrestre.

Tabla 2

Itinerario de viaje

Referencia	Lugar	Tipo de vía	Km	Tiempo
Plaza de Armas de la ciudad de Huamanga	Zona (Localidad) de Mollepata.	Asfaltado	3 Km	25 Minutos

2.4 Materiales y equipos

Materiales

- ✓ Moldes de madera
- ✓ Tierra seleccionada
- ✓ Fibra de coco
- ✓ Vernier
- ✓ Regla metálica
- ✓ Flexómetro
- ✓ Envases diversos

Equipos de ensayo

- ✓ Máquina para ensayos a la resistencia a compresión.
- ✓ Equipo para ensayos a resistencia de erosión acelerada.
- ✓ Balanza.
- ✓ Mufla u horno electrico
- ✓ Otros etc.

Equipos de escritorio

- ✓ Computadora
- ✓ Impresora
- ✓ Plotter1
- ✓ GPS
- ✓ Software google earth
- ✓ Calculadora
- ✓ Camara digital

2.5 Metodología de la Investigación

Tipo de Investigación

“En cuanto a los tipos de investigación, existen muchos modelos y diversas clasificaciones. No obstante, lo importante es precisar los criterios de clasificación. según el nivel, diseño y propósito” (Arias, 2006, p. 22).

“Sin embargo, independientemente de su clasificación, todos son tipos de investigación, y al no ser excluyentes, un estudio puede ubicarse en más de una clase” (Arias, 2006, p. 23).

Según el Nivel

“El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio.” (Arias, 2006, p. 23).

Por la naturaleza de los datos y el alcance es una investigación descriptiva pues persigue describir las características del objeto en estudio.

“La investigación descriptiva Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo de población.” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, p.80).

Según el Diseño

El diseño empleado es del tipo experimental, el cual consistió en evaluar los resultados de la adición de la fibra de coco en sus diferentes porcentajes, en la elaboración de los bloques de adobe.

“La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).” (Arias, 2006, p.34).

Según el Propósito

Según el el propósito buscado es una investigación aplicada, ya que se analizaron datos y parametros definidos en conocimientos ya dados.

La investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. (Murillo, 2008, citado en Vargas, 2009, p.159)

Método de la Investigación.

El método aplicado es el Hipotético - Deductivo. Porque parte de la observación y trata de probar la hipótesis que busca.

2.6 Variables de estudio

“Variable es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación” (Arias, 2006, p.57).

Variables Independientes:

- Fibra de coco

Variables Dependientes:

- Variabilidad dimensional.
- Resistencia a compresión.
- Resistencia a la erosión acelerada (SAET).

2.7 Población y Muestra

Población

Hernández et al. (2010), explica la población como un “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.” (p. 174).

La población de estudio está constituida por todos los bloques de adobe elaborados. Para esta investigación se realizaron 72 bloques de adobe, siguiendo los diferentes parámetros de las normas ya establecidas.

Tabla 3

Población en estudio

Ensayos de:	Dimensiones del molde(cm)	Patrón (Adobe sin fibra)	0.25% (Fibra de coco)	0.50% (Fibra de coco)	0.75% (Fibra de coco)
Variación dimensional	10x10x10	6	6	6	6
Resistencia a la Compresión	10x10x10	6	6	6	6
Erosión hídrica acelerada	30x15x8	6	6	6	6
Parcial		18	18	18	18
Total			72 bloques		

Muestra

Arias (2006), menciona que “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83).

En este sentido la muestra fue conformado por 72 bloques de adobe, es decir se trabajó con el 100% en relación al universo poblacional.

2.8 Unidad de Estudio

Bloques de adobe estabilizado con diferentes porcentajes de fibra de coco, cuyas dimensiones están diseñadas acorde a los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana del Adobe E-080.

2.9 Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos

Yuni y Urbano (2014) menciona que:

Cuando el investigador formula un problema es importante detectar si hay estudios previos realizados y, en ese caso, analizar las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizaron. Si los instrumentos son válidos, pueden utilizarse con confianza para obtener la información necesaria. El uso de instrumentos ya probados, permite la comparación de los resultados propios con los de otros estudios, enriqueciéndose las conclusiones. (p.31)

Técnica

En el campo de la metodología de la investigación científica, la técnica viene hacer los medios mediante las cuales se generarán información valida la cual serán utilizadas como datos.

La función primordial de las técnicas de recolección de información es la observación y registro de los fenómenos empíricos; registros a partir de los cuales se elabora información que permite generar modelos conceptuales (en la lógica cualitativa) o contrastarla con el modelo teórico adoptado (en la lógica cuantitativa). (Yuni y Urbano, 2014, p.29)

Para obtención de los datos se utilizó la técnica de la observación directa, teniendo como instrumento de campo la ficha de recolección de datos. La observación directa permitió la obtención específica de los datos del objeto estudiado.

La revisión de bibliográfica, el análisis de información de estudios ya realizados con adición de fibras de coco, permitió obtener resultados aceptables en el desarrollo del proyecto de investigación.

Instrumento

El instrumento es el mecanismo o dispositivo que utiliza el investigador para generar la información. Estos instrumentos pueden ser aparatos de carácter mecánico, los formularios de un cuestionario, una guía de observación estructurada, una cámara de video, etc. En algunos casos los instrumentos “amplifican” las capacidades perceptivas del investigador, en otros contienen los estímulos o reactivos para que se genere la información, mientras que otros instrumentos facilitan el registro de los sucesos. (Yuni y Urbano, 2014, p.31)

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos, hacen de usos de tesis de pregrado y postgrado, normas técnicas peruanas, normas españolas, artículos científicos y demás formatos estandarizados.

Tabla 4

Técnicas e instrumentos de estudio

Descripción del ensayo	Técnica	Instrumento	Fuente
Variabilidad dimensional	Observación directa	Libreta y ficha de registro Diagramas en el programa Excel	Norma NTP 399.613
Resistencia a la compresión	Observación directa	-Fichas de registro, -Protocolos de ensayo de laboratorio, fotografías -Diagramas del programa Excel	Norma NTP E-080-2006 Norma NTP E-080-2017
Erosión acelerada (SAET)	Observación directa	Fichas de laboratorio y/o protocolos de ensayo.	Norma española UNE 41410.

Análisis e Interpretación de Información

Los procedimientos de laboratorio se realizaron de acuerdo a las siguientes normas técnicas:

- ✓ Norma Técnica Peruana de "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada", N.T.P. E-080 - 2017
- ✓ Norma Técnica Peruana de Albañilería, N.T.P. E-070-2006.
- ✓ Norma Española UNE 41410 - 2008, Ensayo de erosión hídrica acelerada.
- ✓ Norma Técnica Peruana "Diseño Sísmo resistente" N.T.P. E-030

2.10 Procedimiento de la Investigación

a) Ubicación de la Cantera

La cantera en estudio se encuentra ubicada en la localidad de Mollepata, circundante a la vía asfaltada de Mollepata en la zona norte de la ciudad de Ayacucho, a unos 35 min en colectivo desde la plaza de armas.

Figura 20

Ubicación satelital de la zona en estudio



Nota. La figura muestra la imagen satelital del lugar de trabajo a través del software Google Earth Pro.

b) Reconocimiento y Selección del Material

Se procedió a la selección del material, libre de piedras mayores a 5 mm y todo tipo de residuos que alteren la calidad del suelo en la elaboración del adobe. Seguidamente se realizó las pruebas de inspección rápida que señala la Norma Técnica E-080, evaluando la textura color y olor del suelo, permitiendo abstraer de forma inmediata la presencia de limo, arcilla y arena.

Figura 21

Selección de material suelo



Nota. En la imagen se contrasta la extracción del material suelo de la cantera en estudio

2.10.1 Estudios Previos al Material Seleccionado

Prueba de Rollitos

A una porción de tierra seleccionada se le retiraron las piedras mayores a 5mm y elementos extraños con lo cual se procedió a humedecer el suelo y reposar por un lapso de 24 horas, pasado el tiempo se realizó varios rollitos con la masa húmeda buscando a simple inspección un suelo estándar que se aproxime a lo expuesto en el Manual de construcción de edificaciones antisísmicas de adobe. Realizada la prueba se obtuvo rollitos de longitudes de 12 y 14 cm, con lo cual se corrobora que es un suelo apto para la elaboración de adobes.

Figura 22

Prueba de los rollitos



Nota. La figura muestra la elaboración de los rollitos de tierra que alcanzaron tamaños de 10 y 12 cm de longitud.

Prueba de la Esfera o Bolitas

Se realizó cuatro esferas con el suelo de la zona con diámetros de 2.5 cm con la palma de la mano seguidamente se dejó secar por 48 horas, luego del tiempo transcurrido se hizo la prueba de quiebre para ello se presionó las bolitas con el dedo pulgar y el dedo índice con el objetivo de que se rompan o agrieten al menos una sola bolita. Realizada la prueba se pudo observar que ninguna esfera se rompió con lo cual se pudo constatar que el suelo seleccionado es un material idóneo en la elaboración de adobes.

Figura 23

Prueba de las bolitas



Nota. En la figura se visualiza la elaboración de las bolitas de tierra con diámetro de 3.40 mm, para luego dejar secar por 48 horas y finalmente realizar la prueba de presión de rotura a través del dedo pulgar y el dedo índice de la mano, comprobándose que el material suelo es apto.

Caracterización del Suelo Empleado

Análisis del Suelo

Seleccionada la cantera en la quebrada de Mollepata se procedió a realizar una calicata en el terreno in situ, con el objetivo de tomar una muestra representativa del lugar donde vamos a extraer el material para la elaboración del adobe. Los resultados obtenidos de laboratorio dieron a conocer que es un suelo medianamente apto, ya que los porcentajes encontrados tanto en arena, limo y arcilla, se aproximan a los ya establecidos en la norma E-080. En los resultados se identificó que es un suelo arena limo-arcilloso SM-SC color marrón claro, ligeramente húmedo, engloba gravas, clastos, canto rodado en un 45%. A la profundidad de 2 m, el suelo presenta un porcentaje de finos 46.25%, LL=29% y IP=5.47. La Figura 24 contrasta el perfil terreno de excavación.

Figura 24

Perfil del suelo excavado



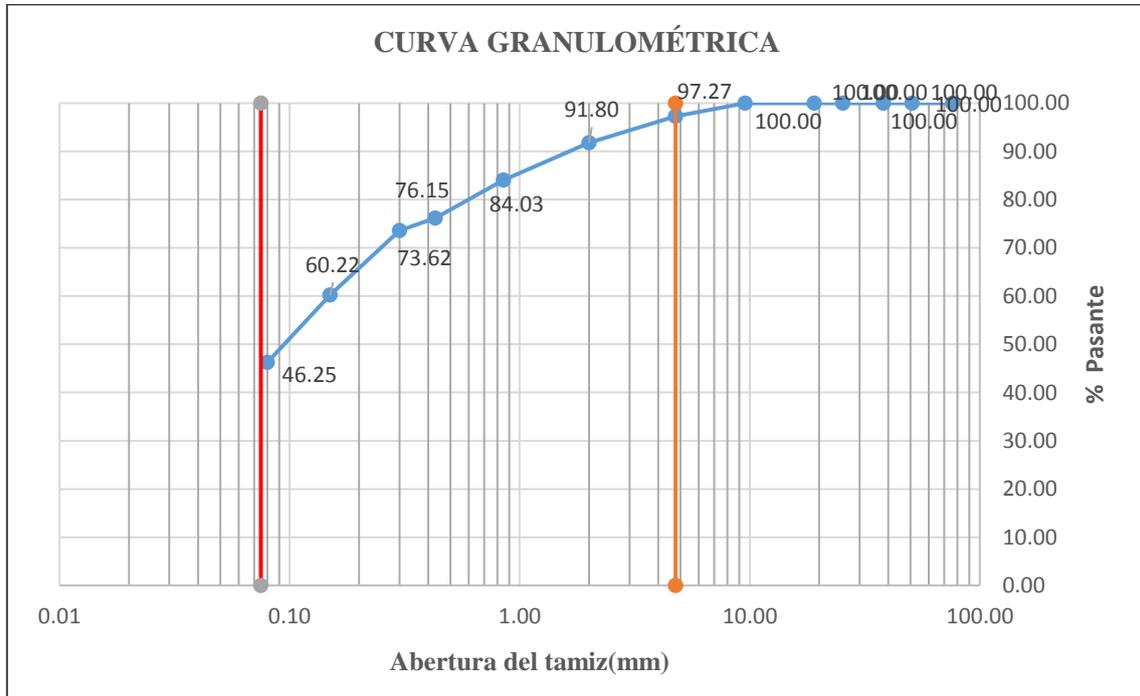
PERFIL TERRENO DE EXCAVACION

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRA DE COCO (COCOS NUCIFERA) EN LA RESISTENCIA DEL ADOBE
 TESISISTA : BR. MOISES HUAMAN VILLANUEVA
 MUESTRA : ARENO LIMO ARCILLOSO
 CANTERA : MOLLEPATA
 EXCAVACION : C-01
 COTA : 2823 msnm COORDENADAS: N:8548002 E: 582953

Tipo de excavacion	Profundidad (Metros)	Estratos Obtenidos	Simbolo	DESCRIPCION DEL MATERIAL
C A L I C A T A	2.00	SM-SC		<p>Matriz areno limo-arcilloso, color marrón, ligeramente humedo baja polasticidad, carácter semipermeable, de compacidad firme, engloba gravas, clastos, canto rodado en un 45% No hay presencia de nivel freatico.</p> <p style="text-align: right;"> Roberto A. Huallanca De La Cruz INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO</p>

Figura 25

Curva granulométrica del suelo



DIAMETRO DE LAS PARTICULAS			
PROPIEDADES FISICAS			
CONTENIDO DE HUMEDAD	9.44	D10 =	0.003
LIMITE LIQUIDO	29.00	D30 =	-0.188
LIMITE PLASTICO	23.53	D60 =	#DIV/0!
INDICE PLASTICIDAD	5.47	Cu =	#DIV/0!
LIMITE DE CONTRACCION		Cc =	#DIV/0!
FINOS(%)	46.25		
CLASIFICACION (SUCS)	SM-SC		
CLASIFICACION (AASTHO)	A-4(0)		
NOMBRE DEL GRUPO	ARENA LIMO ARCILLOSO		
DISTRIBUCION GRANULOMETRICO			
% GG	0.00		
% GF	2.73		2.73
% AG	5.47		
% AM	15.65		
% AF	29.90		51.02
% F	46.25		46.25

Tabla 6

Porcentaje de distribución granulométrica

Distribución granulométrico	
% Gravas	2.73
% Arenas	51.02
% Finos	46.25

Nota. La tabla muestra las distribuciones de las partículas gruesas y finos

Los resultados hallados mediante la clasificación (SUCS), nos refiere que es un suelo del tipo SM-SC Arena limo arcilloso.

2.10.2 Preparación y Extracción de Fibra de Coco

La recolección del fruto se realizó en los diferentes mercados de la ciudad de huamanga donde abastecen la fruta de coco provenientes de la selva.

La extracción de la fibra de coco se realizó de fruto del cocotero, por medios físicos y mecánicos. En la Figura 26 se muestra la extracción de la fibra de coco.

Figura 26

Extracción de la fibra de coco



Nota. La Figura muestra el procedimiento manual de la obtención de la fibra de coco

2.10.3 Diseño y Dosificación de la Mezcla

Para determinar la dosificación de la mezcla se elaboró un adobe patrón, cuyas dimensiones del molde fueron: 30x15x8 cm de largo, ancho y altura, del mismo modo se hizo

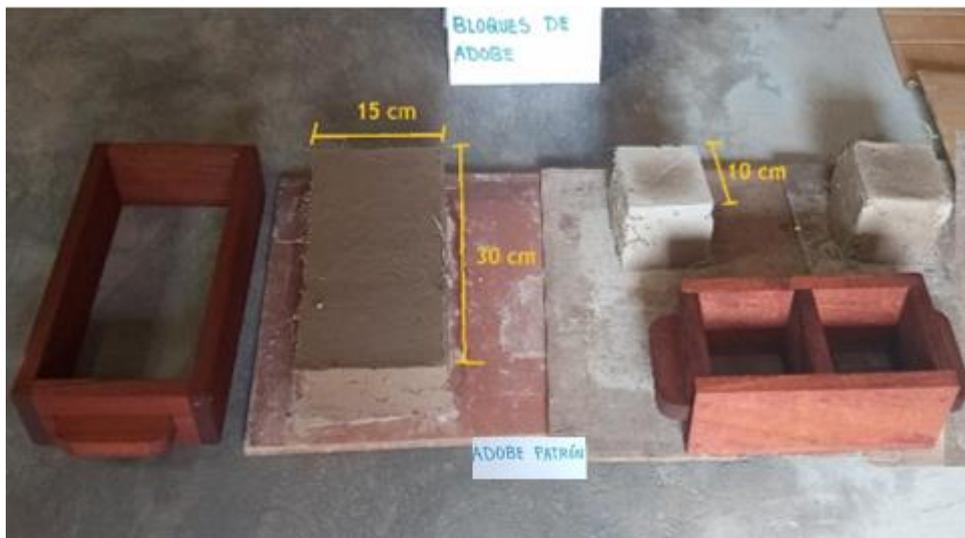
FIBRA COCO Y LA RESISTENCIA DEL ADOBE

otro molde con medidas de 10x10x10 cm, en el cual para el diseño este último se realizó en función al peso seco del bloque patrón. De los bloques elaborados y curados durante 28 días, se obtuvo el volumen y peso seco, en cuanto al cálculo de la dosificación de (0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%) de la fibra de coco, se obtuvo en función a los pesos secos de los bloques patrón.

En la Tabla 7 se presentan los resultados, siendo necesario el peso seco del suelo y volumen patrón para determinar los porcentajes idóneos de la fibra de coco para cada tratamiento.

Figura 27

Diseño y dimensiones de los bloques patrón



Nota. En la figura se visualiza la elaboración de los bloques patrón a través del cual se procederá a realizar la dosificación de los insumos.

Factores de Humedad, Densidad, Volumen del Adobe Patrón

Tabla 7

Resultado de humedad y densidad del adobe patrón

Descripción	Unidades	Valores
Humedad del espécimen	%	26.97
Peso seco del adobe patrón	gr	5560
Volumen seco de adobe patrón	cm ³	3600
Densidad del adobe patrón	gr/cm ³	1.54

Dosificación en bloques de 30x15x8 cm de largo, ancho y altura

Tabla 8

Dosificación de la unidad de adobe de 30x15x8cm Largo, Ancho y Altura

Dosificación de la unidad de adobe			
Adobe con % de fibra de coco.	peso de suelo seco(gr)	Agua(ml)	Fibra de coco (gr)
patrón (0%)	5560	1550	0
Adobe con 0.25%	5560	1550	14
Adobe con 0.50%	5560	1550	28
Adobe con 0.75%	5560	1550	42

Dosificación en bloques de 10x10x10 cm de largo, ancho y altura

Tabla 9

Dosificación de la unidad con 0 % de fibra de Coco

Volumen de la unidad de adobe	Peso de suelo seco	Agua	Fibra de coco
cm ³	gr	ml	gr
1000	1544	430	0

Tabla 10

Dosificación de la unidad con 0,25 % de fibra de Coco

Volumen de la unidad de adobe	Suelo seco	Agua	Fibra de coco
cm ³	gr	ml	gr
1000	1544	430	3.86

Tabla 11

Dosificación de la unidad con 0,50 % de fibra de Coco

Volumen de la unidad de adobe	Suelo seco	Agua	Fibra de coco
cm ³	gr	ml	gr
3600	1544	430	7.72

Tabla 12

Dosificación de la unidad con 0,75 % de fibra de Coco

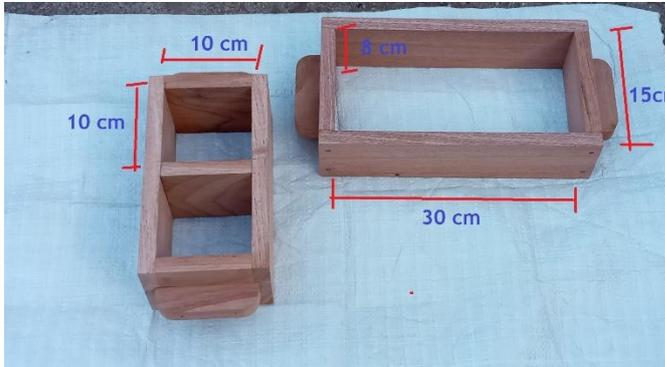
Volumen de la unidad de adobe	Suelo seco	Agua	Fibra de coco
cm ³	gr	ml	gr
1000	1544	430	11.58

2.11 Elaboración de Moldes

La fabricación de los moldes se realizó de acuerdo a lo expuesto en la Norma E-080, en el cual sugiere dimensiones de 10x10x10cm largo, ancho y altura. También se fabricó moldes de mayor dimensión, cuyas medidas estuvo en la relación de 2:1, el largo debe aproximarse al doble del ancho, en tal sentido se elaboraron moldes de madera de 30x15x8 cm. como se muestra en la figura 28.

Figura 28

Moldes elaborados según la normativa E-080



2.12 Proceso de Elaboración del Adobe

a) Selección del Suelo

El material empleado en la elaboración de adobe estuvo libre de agentes extraños como material orgánico, piedras mayores a 5mm, plásticos etc. En el cual se realizó en campo las pruebas de inspección inmediata de las características físicas del suelo y su posterior análisis en laboratorio de mecánica de suelo, tal como refiere la Norma E-080.

b) Agua

El agua utilizada en la elaboración de los adobes fue agua de consumo doméstico de caño, el cual estuvo limpia y libre de impurezas tal como hace referencia la Norma E-080, con un pH neutro moderado. En la Figura 29 se observa un envase de agua con capacidad de 20 litros. En la figura se observa la cantidad de agua en unidad de milímetros (ml).

Figura 29

Cantidad de agua en (ml)



Nota. En la figura se contrastan la dosificación de agua en (ml), libre de impurezas.

c) Peso de la Fibra

Se procedió a dosificar en función al peso seco del material contenido en el adobe patrón, en porcentajes de (0. %, 0.25%, 0.50%,0.75%). A continuación, la Figura. n muestra el peso de la fibra de coco.

Figura 30

Peso de la fibra de coco



Nota. La figura muestra el peso de la fibra de coco en función a los porcentajes de cada tratamiento

Figura 31

Dosificación de la fibra de coco



Nota. La figura se visualiza la dosificación de los cuatro tratamientos

d) Preparación de la Tierra y Mezcla con Fibra de Coco

Una vez selecta la tierra se procedió a separar los elementos extraños, así como también piedras mayores a 5 mm. Se apilo la tierra y se humedeció hasta dejar una pasta consistente y trabajable, seguidamente se le agrego la fibra de coco uniformemente, ya humedecido se dejó reposar durante 48 horas, para completar su proceso hidratación. Lo antes citado se realizó teniendo como referencia el (Manual de Construcción del adobe / MVCS, 2010). La Figura 32 se observa el proceso de elaboración del espécimen.

Figura 32

Proceso de elaboración del espécimen



Nota. La Figura muestra el proceso de elaboración del adobe, desde la dosificación de sus componentes, hasta el proceso de mezclado y reposo de la mezcla.

e) Secado de los Bloques de Adobe

El proceso de secado de los bloques de adobe, se realizó en ambientes cubiertas de la exposición del sol, para evitar que se rajen. Al cabo del cuarto día se procedió a colocar los bloques de canto para así completar el proceso de secado durante 28 días. La Figura N muestra el proceso de secado de las muestras de adobe.

Figura 33

Proceso de secado de las muestras de adobe



Nota. La figura muestra el proceso de secado de los bloques de adobe, por un tiempo de 28 días.

2.13 Ensayos Realizados Para Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe

Una vez transcurrido los 28 días de secado, los bloques fueron pesados y medidos, seguidamente se calibro los equipos y se procedió a realizar los diferentes ensayos.

2.13.1 Ensayo de Variabilidad Dimensional

Este ensayo se realizó con el objetivo de evaluar la variación porcentual promedio lineal y volumétrica, estos procedimientos se realizaron tomando como referencia la norma técnica peruana NTP 399.613. Dado que la norma de adobe E-080 no especifica el procedimiento para este ensayo.

Tabla 13

Ensayos de características físicas

Nº.	Ensayo	Norma Técnica
1	Ensayo de Medida del Tamaño en Unidades de Albañilería	NTP 399.613

Los ensayos se realizaron en cubos de 0.1 metro de arista, para el cual se elaboró 24 bloques de adobe y a su vez se clasificaron en 4 grupos de seis, a cada grupo se adiciono diferentes dosificaciones de (0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%) de fibra de coco. A cada espécimen se midió el largo, ancho y altura, con tres repeticiones por cada lado con el equipo vernier, obteniendo un promedio para cada arista, con dicho promedio se calculó el volumen para cada espécimen y finalmente se obtuvo la variacion deseada. En la Figura 34 se observa el pesado y la medición de los bloques estudiados.

El % de Variación dimensional se calculó con la siguiente ecuación:

$$Vd(\%) = \frac{(Dn - Dp) \times 100}{Dn} \quad (3)$$

Donde:

Vd (%): Porcentaje de Variación dimensional

Dp: Dimensión Promedio (cm)

Dn: Dimensión Nominal (cm).

El % de Variación volumétrica se calculó con la siguiente ecuación:

$$Vv(\%) = \frac{(Vn - Vp) \times 100}{Vn} \quad (4)$$

Donde:

Vv: Variación volumétrica (%)

Vp: Volumen Promedio (cm^3)

Vn: Volumen Nominal (cm^3).

Figura 34

Peso y toma de medida de los bloques



2.13.2 Ensayo de Resistencia a Compresión

Con este ensayo se logró determinar la resistencia a la compresión del adobe, estabilizados con (0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%) de fibra de Coco, estos ensayos se realizaron mediante la aplicabilidad de la norma técnica peruana N.T.P. E-080 – 2017, el cual se observa en la Tabla 14.

Tabla 14

Ensayos de resistencia a compresión

Nº.	Ensayo	Norma Técnica
1	Ensayo de Resistencia a compresión del adobe	NTP E-080-2017

Se realizaron en bloques de tierra completamente secos de 0.1 metro de arista, para lo cual se elaboraron 24 unidades de adobe y a su vez se clasificaron en 4 grupos de seis, cada grupo con dosificaciones de (0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%) de fibra de coco.

De cada grupo, los seis bloques conformantes se sometieron a la prueba de esfuerzo de compresión, cuyos resultados fueron promediados para obtener la resistencia última (f_o) optima. El cual sugiera la norma técnica E-080 Teniendo como valor referencial aceptable de: $f_o = 10\text{MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$, sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

Los ensayos se realizaron con muestras secas en su totalidad a los 28 días, para luego ser ensayados el en laboratorio.

El valor esfuerzo de resistencia a compresión se calculó con la siguiente formula:

$$f_o = \frac{P}{A} \quad (4)$$

Donde:

f_o : Esfuerzo máximo de compresión de la probeta (kg/cm^2).

P: Carga de rotura (kg).

A: Área de la superficie de la probeta en contacto con la carga (cm^2).

En la Figura 35 se observa el ensayo a la resistencia a compresión.

Figura 35

Ensayo de la resistencia a la compresión



Nota. La figura muestra el proceso de ruptura de los bloques, desde la calibración de la máquina de ensayo, hasta la deformación del bloque, debido a la fuerza compresiva máxima alcanzada.

Deformación Después de la Ruptura

Una vez realizado el ensayo, se pudo observar las diferentes deformaciones producidas por el esfuerzo a compresión, en el cual se observó la aparición grietas longitudinales, rajaduras múltiples debido al acortamientos o aplastamientos de los bloques. La Figura 36 nos muestra las deformaciones alcanzadas después de la ruptura.

Figura 36

Deformaciones producidas por la fuerza compresiva



2.13.3 Ensayo del Nivel de Resistencia a la Erosión Acelerada de Swinburne (SAET).

Este ensayo se realizó con el objetivo de evaluar la resistencia del adobe a la erosión acelerada de Swinburne (SAET), estos ensayos se realizaron mediante la aplicación de la Norma Española UNE 41410- 2008, el cual figuran en la Tabla 15.

Tabla 15

Ensayo a la erosión hídrica acelerada (SAET)

Nº.	Ensayo	Norma Técnica
1	Ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET)	Española UNE 41410

La norma indica que se ensayarán al menos dos bloques enteros elegidos de manera aleatoria.

Los ensayos se realizaron en bloques de tierra completamente secos, para lo cual se elaboraron 24 bloques de adobe con dimensiones de 30x15x8cm largo, ancho y altura, y a su vez se clasifico en 4 grupos de seis bloques, cada grupo con diferentes dosificaciones de (0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%) de fibra de coco. De cada grupo de seis, se escogió tres bloques de manera aleatoria, en los cuales se realizó el ensayo.

En cada unidad de adobe se dejó caer una corriente continua de agua sobre el bloque, durante 10 minutos a través de un tubo de cristal de 5mm de diámetro interior, conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera está a 1.5 m sobre la cara del bloque. Cuyo bloque estuvo inclinado 27 grados respecto a la horizontal al realizar el ensayo. Finalmente se procedió a medir la profundidad de las oquedades con una varilla de 3mm de diámetro y clasificar según la profundidad de la oquedad como bloque apto y bloque no apto . (AENOR, 2008). En las figuras 37 y 38 se observa el Ensayo de la resistencia a la erosión acelerada (SAET).

Figura 37

Ensayo de la erosión acelerada (SAET)



Figura 38

Medición del tamaño de oquedad



2.13.4 Análisis de la Comparación Económica del Adobe

Se realizó un análisis de los precios unitarios en cuanto a los materiales, mano de obra y equipos para la elaboración por unidad de adobe, determinándose así el costo producción por millar, elaborados con fibra de coco y adobe convencional. Finalmente se realizó la comparación del valor económico.

2.14 Análisis Estadístico

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), donde se midieron las variables estadísticas de la media, Varianza y el coeficiente de variabilidad.

Para el análisis experimental se realizó un Diseño complementario aleatorio (DCA) y las pruebas de comparación: Tukey, Duncan y Student-Newman, contenidos en los Anexos A 3, A 4 y A 5 en el cual se detallan y comparan la metodología aplicada para cada ensayo.

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Ensayo de Variación Dimensional

Las unidades que presentaron un mayor porcentaje de variación dimensional promedio se dieron en el adobe patrón (0% de fibra de coco), alcanzando promedios porcentuales de largo 2.39%, ancho 1.95% y altura 2.11%, seguido de la adición de 0.25% que alcanzo una variación de largo 1.1%, ancho 1.28% y altura 1.96%, y en el caso con menor porcentaje de variación se obtuvo con la dosificación de 0.50 de fibra, alcanzando valores promedios de largo 0.42%, ancho 0.27% y altura 0.13%.

En consecuencia, la variación dimensional promedio porcentual va disminuyendo conforme se incremente la dosificación de fibra, alcanzando una variación porcentual mínima con la adición del 0.50% y un ligero incremento con la adición del 0.75%.

En la tabla 16 se observa que a medida se va aumentado la dosificación de fibra, el bloque alcanza una estabilidad estructural con poca variación dimensional, el cual se observa en la dosificación del 0.50%, que está muy cerca del rango de los 10cm. Cabe resaltar que, alcanzado el límite de dosificación apto en adelante provoca la saturación en la estructura del espécimen por ende hay un aumento en la variación dimensional.

Tabla 16

Variación dimensional promedio de los bloques

Fibra de coco	Promedio Largo (cm)	Promedio Ancho (cm)	Promedio Altura (cm)
Adición 0% (patrón)	9.76	9.81	9.79
Adición 0.25%	9.89	9.87	9.80
Adición 0.50%	10.04	9.97	10.01
Adición 0.75%	9.93	9.92	9.86

La Tabla 17 nos muestra los porcentajes de variación dimensional del largo, ancho y altura, ensayados con las diferentes dosificaciones de la fibra de coco.

Tabla 17

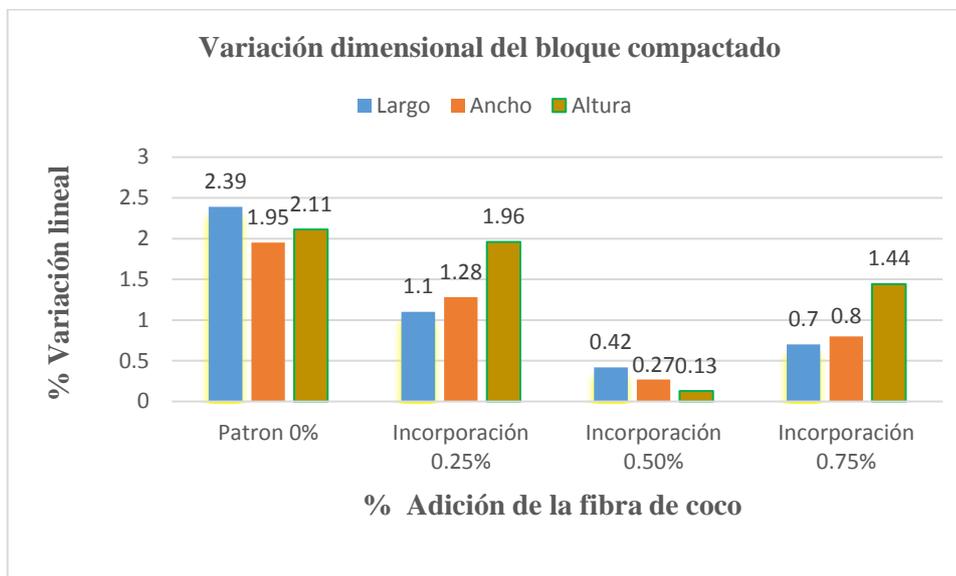
Resultado de la Variación dimensional porcentual de los bloques de adobe

Promedio % de la variación longitudinal			
% Fibra de coco	Largo(%)	Ancho(%)	Altura(%)
Patrón 0%	2.39	1.95	2.11
Adición del 0.25%	1.1	1.28	1.96
Adición del 0.50%	0.42	0.27	0.13
Adición del 0.75%	0.7	0.8	1.44

Las variaciones más diferenciadas se obtuvieron en los tratamientos del 0.50% de fibra de coco y la del bloque patrón (0% fibra).

Figura 39

Grafico comparativo porcentual de la variacion promedio dimensional



Nota. El grafico muestra la variación dimensional promedio, expresado en porcentajes del largo, ancho y altura. Donde se visualiza que la mayor variación dimensional se dio en el bloque patrón 0%, y la menor variación se obtuvo con el tratamiento del 0.50% de fibra de coco.

De la misma forma con los promedios obtenidos del largo, ancho y altura se realizó el cálculo de las variaciones volumétricas porcentuales el cuál figuran en la Tabla 18.

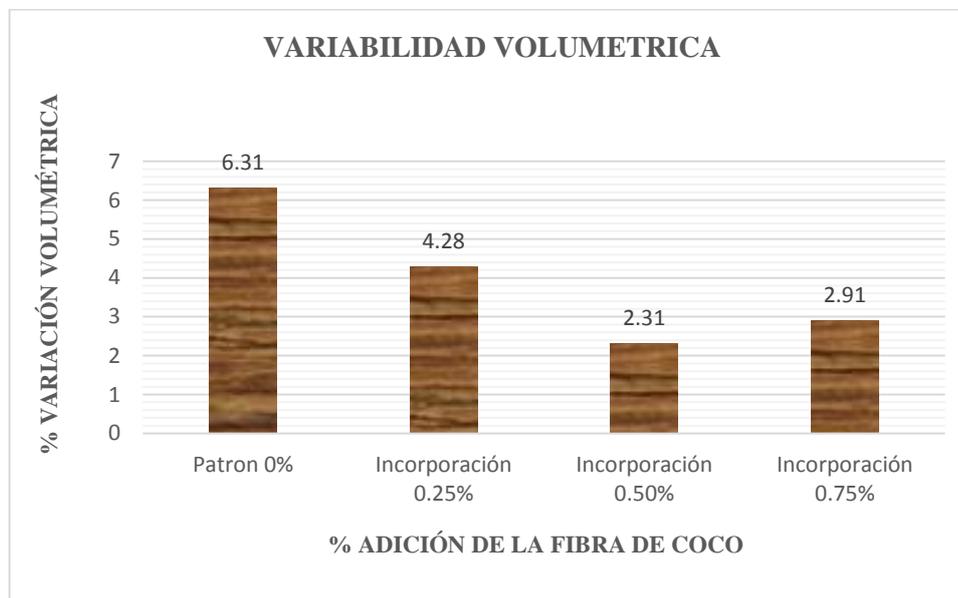
Tabla 18

Variación volumétrica porcentual

Fibra de coco	Promedio Largo (cm)	Promedio Ancho (cm)	Promedio Altura (cm)	Volumen (cm ³)	% Variación volumétrica
Adición 0% (patrón)	9.76	9.81	9.79	936.95	6.31
Adición 0.25%	9.89	9.87	9.80	957.23	4.28
Adición 0.50%	10.04	9.97	10.01	1002.85	2.31
Adición 0.75%	9.93	9.92	9.86	970.88	2.91

Figura 40

Grafico comparativo porcentual de la variacion volumétrica del bloque



Nota. La grafica describe la variacion volumétrica expresado en porcentajes, de los diferentes tratamientos con fibra de coco.

Milla (2018) en su tesis de “Resistencia a la compresión de una unidad de adobe empleando una prensa manual y sustituyendo el 10%, 20% y 30%, por relave minero de Ticapampa, en la provincia de Huaraz – 2017”. Determino el ensayo de variacion dimensional respecto al largo, ancho y altura del adobe estabilizados con 0%, 10%, 20% y 30% de relave minero en donde se muestra que a medida se incremente la dosificación la variacion dimensional va disminuyendo con relación al adobe patrón. En el porcentaje de variacion dimensional en cuanto al adobe patrón, Milla obtuvo resultados de largo 2.60%, ancho 4.62% y altura de 10%, en nuestro caso los resultados obtenidos fueron de largo 2.39%, ancho 1.95% y altura 2.11 % existiendo una ligera variacion de 0.29% en cuanto al largo, 2.67% en el ancho y una significativa variacion 7.89% en cuanto a la altura.

En cuanto a la sustitución con 20 % de relave minero milla obtuvo mejores resultados en cuanto al porcentaje de variacion dimensional del largo ancho y altura.

En tal sentido con los resultados obtenidos se evidencia que al adicionar fibra de coco en porcentajes de 0.25, 0.50 y 0.75% mejora la estabilidad del bloque en cuanto a la variabilidad dimensional con respecto al adobe patrón, por tanto, la utilización de la fibra de coco es favorable en la elaboración de bloques de tierra.

Los resultados obtenidos por Milla (2018), se pueden visualizar en la Tabla 9 y 10 de las variación dimensional porcentual promedio en el largo ancho y alto.

Tabla 9: Promedio de las variaciones de las dimensiones de los bloques de tierra estabilizado.

Según el Contenido de Relave Minero	Variación Dimensional (cm)		
	Largo	Alto	Ancho
Patrón	22.40	7.20	12.40
Sustitución con 10%	22.60	7.80	12.40
Sustitución con 20%	22.40	7.80	12.60
Sustitución con 30%	22.60	7.60	12.60

Nota. Tomado de Milla (2018)

Tabla 10: Porcentaje de Variación de los Adobes Compactado.

Según el Contenido de Relave Minero	Variación Dimensional (%)		
	Largo	Alto	Ancho
Patrón	2.60	10.00	4.62
Sustitución de 10%	1.74	2.50	4.62
Sustitución de 20%	2.60	2.50	3.08
Sustitución de 30%	1.74	5.00	3.08

Nota. Tomado de Milla (2018)

3.2 Ensayo de Resistencia a la Compresión

A medida que se incrementa la fuerza compresiva, los bloques comenzaron a perder su consistencia estructural, observándose deformaciones en las aristas de las caras laterales y más notorias en la vista frontal donde se evidencio la formación de rajaduras, grietas longitudinales a lo largo de las caras laterales del bloque, una vez alcanzada su máxima resistencia se observó con notoriedad cortes longitudinales totales en toda la arista frontal.

De las pruebas realizadas, el resultado con más preponderancia se obtuvo en el ensayo con dosificación de 0.50% de fibra de coco, alcanzando una resistencia máxima de 17.56 kg/cm². De igual forma los bloques de adobe sin fibra de coco (adobe patrón), sobrepasaron los estándares mínimos admitidos en la Norma Técnica de Peruana E. 080-2017, alcanzando una resistencia promedio de 14.47 kg/cm².

Cabe resaltar que los ensayos se realizaron en bloques de adobe que alcanzaron un periodo de secado al aire libre durante 28 días.

Tabla 19

Resultados de las muestras ensayados con 0 % de fibras de Coco

Muestra	Promedio Largo (cm)	Promedio Ancho (cm)	Promedio Altura(cm)	Área bruta (cm ²)	Lectura digital (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
A-1	9.81	9.80	9.90	96.11	1462	15.21
A-2	9.85	9.77	9.88	96.22	1325	13.77
A-3	9.68	9.78	9.82	94.62	1453	15.36
A-4	9.80	9.88	9.69	96.79	1372	14.17
A-5	9.69	9.79	9.79	94.88	1364	14.38
A-6	9.74	9.82	9.67	95.65	1331	13.92
Promedio Total					1384.50	14.47

La Tabla 19 nos muestra la resistencia a la fuerza de compresión del adobe patrón, el cual tiene un resultado de 14.47 kg/cm², dato promedio comprendido por las seis muestras, el cual supera el parámetro establecido en la norma E 080 de 12 kg/cm².

Obteniéndose la deformación total de bloque en un tiempo promedio de 56 segundos.

Tabla 20

Resultados de las muestras ensayados con 0.25% de fibras de Coco

Muestra	Promedio Largo (cm)	Promedio Ancho (cm)	Promedio Altura(cm)	Área bruta (cm ²)	Lectura digital (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
B-1	10.05	9.83	9.80	98.76	1578	15.98
B-2	9.86	9.93	9.98	97.84	1427	14.58
B-3	9.83	9.96	9.76	97.94	1525	15.57
B-4	9.95	9.89	9.75	98.42	1486	15.10
B-5	9.81	9.69	9.81	95.08	1502	15.80
B-6	9.85	9.93	9.73	97.76	1482	15.16
Promedio total					1500.13	15.36

La Tabla 20 nos muestra la resistencia a la fuerza de compresión de la unidad en estudio con 0.25% de fibra de coco, el cual tiene un resultado de 15.36 (kg/cm²). Dato promedio comprendido por las seis muestras, el cual supera en un 6% al adobe patrón (14.47 kg/cm²).

Obteniéndose la deformación total de bloque en un tiempo promedio de 60 segundos.

Tabla 21

Resultados de las muestras ensayados con 0.50 % de fibras de Coco

Muestra	Promedio Largo (cm)	Promedio Ancho (cm)	Promedio Altura(cm)	Área bruta (cm ²)	Lectura digital (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
C-1	10.12	10.10	10.04	102.18	1687	16.51
C-2	10.09	10.10	10.12	101.86	1704	16.73
C-3	10.12	9.97	10.12	100.86	1796	17.81
C-4	9.94	9.84	9.98	97.81	1654	16.91
C-5	10.01	9.91	10.00	99.18	1902	19.18
C-6	9.97	9.93	9.82	98.96	1806	18.25
Promedio total					1758.17	17.56

La Tabla 21 nos muestra la resistencia a la fuerza de compresión de la unidad en estudio con 0.50% de fibra de coco, el cual tiene un resultado de 17.56 (kg/cm²). Dato promedio comprendido por las seis muestras, el cual supera en un 21% al adobe patrón (14.47 kg/cm²).

Obteniéndose la deformación total de bloque en un tiempo promedio de 64 segundos.

Tabla 22

Resultados de las muestras ensayados con 0.75 % de fibras de Coco

Muestra	Promedio Largo (cm)	Promedio Ancho (cm)	Promedio Altura(cm)	Área bruta (cm2)	Lectura digital (kg)	Resistencia (kg/cm2)
D-1	10.04	9.86	9.88	98.99	1384	13.98
D-2	9.96	10.02	9.85	99.85	1518	15.20
D-3	9.76	10.02	9.76	97.79	1347	13.77
D-4	9.98	9.85	9.88	98.29	1507	15.33
D-5	9.83	9.76	9.93	95.99	1586	16.52
D-6	10.01	10.01	9.84	100.17	1510	15.07
Promedio total					1475.33	14.98

La Tabla 22, muestra la resistencia a la fuerza de compresión de la unidad en estudio con 0.75% de fibra de coco, el cual tiene un resultado de 14.98 kg/cm². Dato promedio comprendido por la totalidad de las muestras, el cual supera en un 4% al adobe patrón (14.47 kg/cm²).

Obteniéndose la deformación total de bloque en un tiempo promedio de 70 segundos.

Tabla 23

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión

Tratamiento del bloque	F'b (kg/cm ²)
Con 0% (adobe patrón)	14.47
Con 0.25% de adición de fibra de coco	15.36
Con 0.50% de adición de fibra de coco	17.56
Con 0.75% de adición de fibra de coco	14.98

En la Tabla 23 se observa la adición de la fibra de coco en los diferentes porcentajes, el cual mejoran gradualmente a la resistencia a compresión con respecto al adobe patrón (14.47 Kg/cm²). La adición en un 0.25% de fibra mejora la resistencia en un 6%, con la incorporación de 0.50% aumenta en un 21% y con un 0.75% incrementa en 4%. Observándose que el mejor resultado se obtiene con la dosificación de 0.50% de adición de fibra, alcanzando una resistencia a compresión de (17.56 Kg/cm²), en comparación al adobe patrón.

Cabe resaltar que a medida que se va incrementando la adición de la fibra, la resistencia a compresión alcanzo un tope máximo y de allí en adelante disminuyo ligeramente.

De acuerdo a la investigación de Ticona (2020) En su tesis “Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno – 2019”. Determinó la resistencia a compresión en porcentajes desde 0%, 0.5%, 1% y 2% en el que la muestra patrón alcanzo una resistencia de 14.2 kg/cm², al 0.5% de dosificación un 13.6 kg/cm², al 1% obtuvo 12.7kg/cm² y al 2% un 11.3 kg/cm², obteniendo la máxima resistencia en el ensayo del adobe patrón, de allí en adelante una disminución a la resistencia a compresión. En nuestro trabajo se obtuvo una resistencia del adobe patrón de 14.47 2 kg/cm² con un ligero incremento de 1.9% respecto a lo obtenido por Ticona, al 0.25% de dosificación se obtuvo un 15.36 kg/cm², al 0.5% se obtuvo una resistencia de 17.56 kg/cm² incrementando la resistencia a la compresión en un 29.11% respecto a lo planteado por Ticona y finalmente se obtuvo un 14.98 kg/cm², con una dosificación de 0.75% de fibra de coco, observándose que los resultados obtenidos difieren de los planteado por Ticona, pues los resultados van aumentando su resistencia a compresión conforme se adiciona la fibra de coco superando así el parámetro expuesto por la Norma Técnica de Edificaciones E. 080-2006.

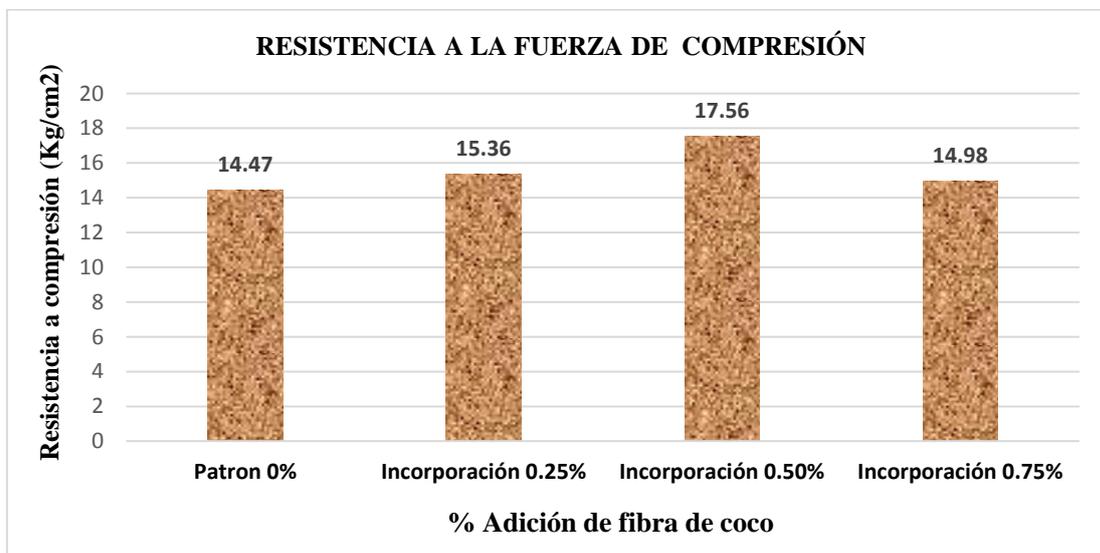
De los resultados obtenidos se evidencia que al adicionar fibra de coco en porcentajes de (0.25%, 0.50% y 0.75%), mejora la resistencia a la fuerza compresiva con respecto al adobe

patrón y es recomendable su uso en la elaboración de bloques de tierra, pues mejora la consistencia y calidad portante en el bloque de tierra.

En la Figura 41, se muestra el resumen estadístico comparativo de los resultados de la resistencia a compresión.

Figura 41

Resumen estadístico de la resistencia a compresión



3.3 Ensayo de la Resistencia a la Erosión Acelerada de Swinburne (SAET)

En la Tabla 24 se muestra los resultados de los valores promedios del tamaño de la oquedad, producto de la erosión acelerada con chorro continuo, sobre el adobe durante un tiempo de 10 minutos.

Tabla 24

Resultados del ensayo de la erosión acelerada de swinburne (SAET)

% Fibra de coco	Oquedad:1 (mm)	Oquedad:2 (mm)	Oquedad:3 (mm)	Promedio (mm)	Clasificación.
Adición 0% (patrón)	10.50	10.60	10.40	10.50	No apto
Adición 0.25%	10.10	10.20	10.00	10.10	No apto
Adición 0.50%	9.40	9.50	9.30	9.40	Apto
Adición 0.75%	8.90	9.10	8.80	8.93	Apto

En la Tabla 24, se evidencia que las unidades de adobe patrón, tienen una resistencia baja con respecto a los adobes estabilizados con 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de coco, generándose una resistencia optima al tamaño de oquedad de 8.93mm con la adición de 0.75% de fibra.

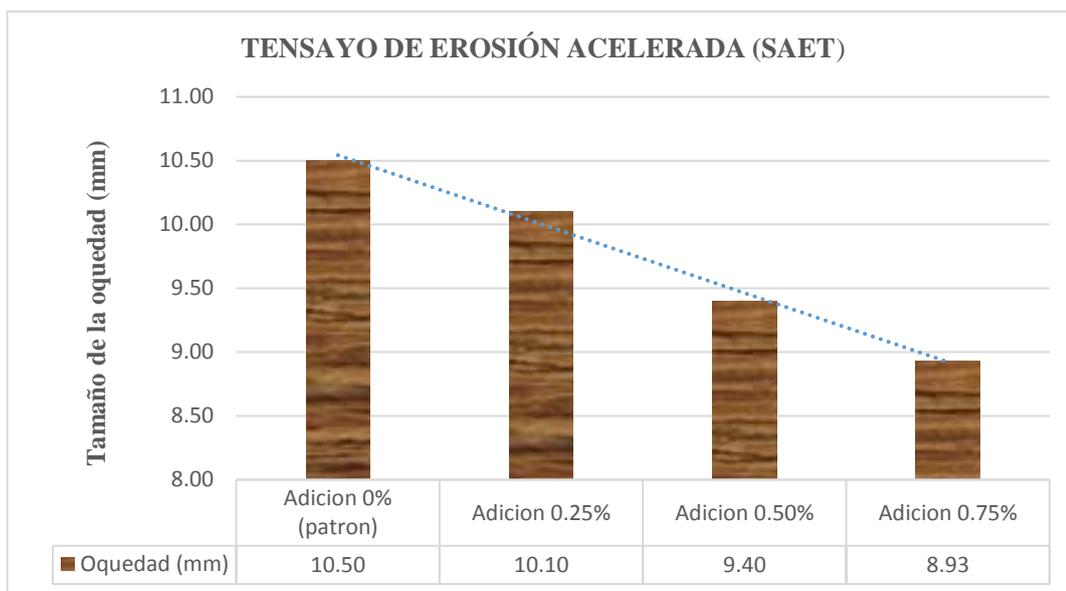
De acuerdo a la investigación de Romero y Collasi (2017), en su tesis “Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto”. Determino la resistencia a la erosión acelerada SAET en el adobe tradicional y adobes estabilizados con porcentajes de 5% y 10% de emulsión asfáltica, en el que la muestra del adobe tradicional alcanzo una oquedad de 30.83 mm, en nuestro caso se alcanzó una oquedad promedio máximo en el bloque patrón de 10.50 mm disminuyendo en un 65.94% respecto a lo resultados obtenido por Romero y Callasi. En los demás casos donde la adición fue del 5% y 10% se alcanzaron tamaños de oquedades de 2.28 y 1.53 mm, en nuestro caso con la adición del 0.50% y 0.75% de fibra de coco se obtuvieron resultados de 9.40 y 8.93mm, clasificando como bloques aptos según la profundidad de la oquedad. Los ensayos se realizaron aplicando los parámetros de la Norma Española (UNE).

De los resultados obtenidos, se evidencia en la figura 42 que las unidades de adobe estabilizado con (0.25%, 0.50% y 0.75%.) de fibra de coco, tuvieron mejor respuesta al ensayo

de erosión acelerada con respecto al adobe patrón (0% fibra de coco), disminuyendo la profundidad de la oquedad y mostrando mejor resistencia a la erosión acelerada.

Figura 42

Resumen estadístico del ensayo a la erosión acelerada de swinburne (SAET)



Nota. El gráfico describe las diferentes oquedades alcanzados por el adobe, en sus diferentes dosificaciones.

3.4 Comparación Económica del Adobe

Los costos analizados en la elaboración del adobe, muestran que el costo de producción del millar de adobe con adición de fibra de coco, es más rentable en comparación al adobe tradicional, por la fácil obtención del estabilizante como materia prima. La Tabla 25 nos muestra la comparación económica de la producción de adobe por millar.

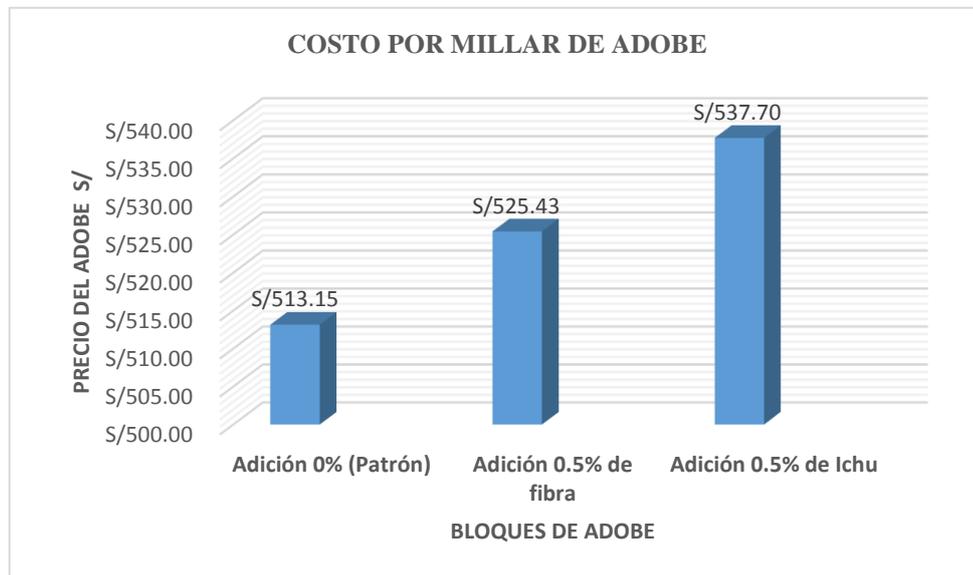
Tabla 25

Comparación económica de la producción de adobe por millar.

Adobe	Costo por millar de adobes
Adición 0% (Patrón)	S/ 513.15
Adición 0.5% de fibra	S/ 525.43
Adición 0.5% de Ichu	S/ 537.70

Figura 43

Variación económica de los costos del adobe



Nota. La figura muestra la comparación económica de la producción por millar de adobes en sus diferentes dosificaciones.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto : Adición de fibra de coco (*cocos nucifera*) en la resistencia del adobe, Ayacucho 2021.

Subpresupuesto: Adobe patrón

Partida: 0.1.01.01 Elaboración de adobera 30cm x 15cm x 8cm							
Rendimiento	:	Und/día	MO. 6.000	EQ: 6.000			
Descripción		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/	Parcial s/	Total s/
Mano de obra							
Peón		hh	0.2500	0.3333	8.00	2.67	
Costo mano de obra							2.67
Materiales							
madera cedro 1"x8"x8'		p2		1.100	14.000	15.40	
Costo de material							15.40
Equipos							
Herramientas manuales		% MO		3.000	2.67	0.08	
costo de herramientas							0.08
						Total c.u	18.15

Partida: 01.02.01 Elaboración del adobe patrón 30cm x 15cm x 8cm

Rendimiento	Und/día	M.O	300.0000	EQ.	300.0000		
Descripción		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/	Parcial s/	Total
Mano de obra							
Peón		hh	1.0000	0.0267	7.00	0.19	
Costo mano de obra							0.19
Materiales							
Tierra para adobe		m3		0.006	25.00	0.14	
Agua		m3		0.002	8.00	0.01	
Costo de material							0.15
						Total c.u	0.34
Descripción		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/	Parcial s/	Total
Materiales							
Flete de la cantera a la ciudad		glb		1000.0000	0.06	60.00	
						Total c.u	60.00

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

Presupuesto

Presupuesto : Adición de fibra de coco (*cocos nucifera*) en la resistencia del adobe,

Ayacucho - 2021.

Subpresupuesto: Adobe patrón

Cliente : Universidad Nacional de san Cristóbal de Huamanga

Lugar : Ayacucho – Huamanga

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio s/	Parcial s/
O1	ADOBE CON 0% DE FIBRA DE COCO				
O1.01	ADOBERA				
01.01.01	ELABORACION DE ADOBERA 30cm X 15cm X 8cm	und	1.00	18.15	18.15
O1.02	ADOBES				
01.02.01	ELABORACION DE ADOBES PATRON 30cm X 15cm X 8cm	und	1000.00	0.34	340.00
O1.03	FLETE				
01.03.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	60.00	60.00
	COSTO DIRECTO				418.15
	UTILIDAD (4%)				16.73
				
	SUBTOTAL				434.88
	IGV (18%)				78.28
				
	PRESUPUESTO TOTAL				513.15

SON: QUINIENTOS TRECE Y 15/100 SOLES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto : Adición de fibra de coco (*cocos nucifera*) en la resistencia del adobe, Ayacucho 2021.

Subpresupuesto: adobe con 0.50 % de fibra de coco

Partida: 02.01.01 Elaboración de adobera 30cm x 15cm x 8cm						
Rendimiento :	Und/día	MO. 6.000	EQ: 6.000			
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/	Parcial s/	Total s/
Mano de obra						
Peón	hh	0.2500	0.3333	8.00	2.67	
Costo mano de obra						2.67
Materiales						
Madera cedro 1"x8"x8'	p2		1.100	14.000	15.40	
Costo de material						15.40
Equipos						
Herramientas manuales	% MO		3.000	2.67	0.08	
Costo de herramientas						0.08
					Total c.u	18.15

Partida: 02.02.01 Elaboración de adobes con 0.5 % de fibra de coco						
Rendimiento :	Und/día	M.O 300.0000	EQ. 300.0000			
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/	Parcial s/	Total s/
Mano de obra						
peón	hh	1.0000	0.0267	7.00	0.19	
Costo mano de obra						0.19
Materiales						
Fibras de coco	kg		0.028	0.50	0.01	
Tierra para adobe	m3		0.006	25.00	0.14	
Agua	m3		0.002	8.00	0.01	
Costo de material						0.17
					Total c.u	0.35

Partida: 02.03.01 Flete terrestre						
Rendimiento:	glb/DIA	M.O	EQ.			
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/	Parcial s/	Total
Materiales						
Flete de la cantera a la ciudad	glb		1000.0000	0.06	60.00	
					Total c.u	60.00

FIBRA COCO Y LA RESISTENCIA DEL ADOBE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

Presupuesto

Presupuesto : Adición de fibra de coco (*cocos nucifera*) en la resistencia del adobe, Ayacucho 2021.

Subpresupuesto: Adobe con 0.50 % de fibra de coco

Cliente : Universidad Nacional de san Cristóbal de Huamanga

Lugar : Ayacucho - Huamanga

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio s/	Parcial s/
02	ADOBE CON 0.50 % DE FIBRA DE COCO				
02.01	ADOBERA				
02.01.01	ELABORACION DE ADOBERA 30cm X 15cm X 8cm	und	1.00	18.15	18.15
02.02	ADOBES				
02.02.01	ELABORACION DE ADOBES PATRON 30cm X 15cm X 8cm	und	1000.00	0.35	350.00
02.03	FLETE				
02.03.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	60.00	60.00
	COSTO DIRECTO				428.15
	UTILIDAD (4%)				17.13
				
	SUBTOTAL				445.28
	IGV (18%)				80.15
				
	PRESUPUESTO TOTAL				525.43

SON: QUINIENTOS VEINTI CINCO Y 43/100 SOLES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto : Adición de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la resistencia del adobe, Ayacucho 2021.

Subpresupuesto: Adobe con 0.5 % de Stipa ichu

Partida: 03.01.01 Elaboración de adobera 30cm x 15cm x 8cm

Rendimiento		Und/día	MO. 6.000	EQ: 6.000		
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/	Parcial s/	Total s/
Mano de obra						
peón	hh	0.2500	0.3333	8.00	2.67	
Costo mano de obra						2.67
Materiales						
madera cedro 1"x8"x8'	p2		1.100	14.000	15.40	
Costo de material						15.40
Equipos						
Herramientas manuales	% MO		3.000	2.67	0.08	
Costo de herramientas						0.08
					Total c.u	18.15

Partida: 03.02.01 Elaboración de adobes con 0.5 % de ichu

Rendimiento : Und/día M.O. 300.0000 EQ. 300.0000

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/	Parcial s/	Total
Mano de obra						
Peón	hh	1.0000	0.0267	7.00	0.19	
Costo mano de obra						0.19
Materiales						
Ichu	kg		0.028	0.70	0.02	
Tierra para adobe	m3		0.006	25.00	0.14	
Agua	m3		0.002	8.00	0.01	
Costo de material						0.17
					Total c.u	0.36

Partida : 03.03.01 Flete terrestre

Rendimiento glb/día M.O EQ.

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/	Parcial s/	Total
Materiales						
Flete de la cantera a la ciudad	glb		1000.0000	0.06	60.00	
					Total c.u	60.00

FIBRA COCO Y LA RESISTENCIA DEL ADOBE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

Presupuesto

Presupuesto : Adición de fibra de coco (*cocos nucifera*) en la resistencia del adobe, Ayacucho 2021.

Subpresupuesto: adobe con 0.5 % de Stipa ichu

Cliente : Universidad Nacional de san Cristóbal de Huamanga

Lugar : Ayacucho - Huamanga

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio s/	Parcial s/
03	ADOBE CON 0.5 % DE STIPA ICHU				
03.01	ADOBERA				
03.01.01	ELABORACION DE ADOBERA 30cm X 15cm X 8cm	und	1.00	18.15	18.15
03.02	ADOBES				
03.02.01	ELABORACION DE ADOBES PATRON 30cm X 15cm X 8cm	und	1000.00	0.36	360.00
03.03	FLETE				
03.03.01	FLETE TERRESTRE	gb	1.00	60.00	60.00
	COSTO DIRECTO				438.15
	UTILIDAD (4%)				17.53
				
	SUBTOTAL				455.68
	IGV (18%)				82.02
				
	PRESUPUESTO TOTAL				537.70

SON: QUINIENTOS TREINTI SIETE Y 70/100 SOLES

IV CONCLUSIONES

Se comprobó que la adición de fibra de coco en porcentajes de (0%,0.25%, 0.50%, y 0.75%), influye gradualmente en la variabilidad dimensional de los bloques de adobe con relación al adobe patrón.

Se determinó que la cantidad de adición de (0%,0.25%, 0.50%, y 0.75%) de fibra de coco, influye positivamente en la resistencia a compresión del adobe. Las unidades de adobe patrón presentan una resistencia promedio de 14.47 kg /cm², en cambio las unidades estabilizadas con 0.25%, 05 % y 0.75% aumentan gradualmente su resistencia a la compresión, superando al adobe patrón y alcanzando su máxima resistencia de 17.56 kg /cm² con la dosificación del 0.50% de fibra.

Se concluye que las unidades de adobe estabilizados con (0.25%, 0.50%, y 0.75%) de fibra de coco presentan una mejor resistencia, frente al ensayo de erosión acelerada (SAET), alcanzado oquedades aptas de 9.40 y 8.93 mm con adición de 0.50% y 0.75% de fibra, mientras que las unidades del adobe patrón alcanzaron una oquedad promedio de 10.50 mm, clasificado como bloque no apto, por encontrarse debajo de los parámetros establecidos por la Norma Española (UNE).

Se determinó que el costo de producción de un millar de adobe estabilizado con fibra de coco, es más rentable que el adobe convencional, por la fácil accesibilidad al fruto coco y la obtención de la fibra.

V RECOMENDACIONES

Se recomienda investigar sobre la variabilidad dimensional, con dosificaciones superiores a las ya planteadas. También utilizar otros estabilizantes de origen natural como la fibra de Eucalipto, el Stipa ichu y realizar un análisis comparativo.

Se recomienda estabilizar el adobe con fibra de coco para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

Se recomienda en futuras investigaciones utilizar la fibra de coco en proporciones superiores a las ya planteadas, para obtener mejores resultados en cuanto a la resistencia a la compresión.

En cuanto a la resistencia a la erosión acelerada, se recomienda estabilizar el adobe con fibra de coco en porcentajes de 0.50% y 0.75%, ya que se obtuvo resultados aptos de 9.40 y 8.93 mm en cuanto al nivel de oquedad, todos ellos referenciados dentro de los parámetros establecidos en la norma española UNE.

Se recomienda realizar las evaluaciones inmediatas de campo, como las pruebas de: color, rollitos, esferas y/o botitas expuestas en la norma E-080, para descartar o admitir de manera inmediata la calidad de suelo a emplear en la elaboración del adobe.

REFERENCIA

- Ibañes, J. J. (02 de Octubre de 2008). *El Perfil del Suelo*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/10/02/102439>
- AENOR. (Diciembre de 2008). Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. *Norma Española UNE 41410*, 26. Madrid, Génova, España: AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). Recuperado el 18 de Marzo de 2020
- Alfaro, C. S. (2019). *Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca - Jauja*. Huancayo: UNCP. Recuperado el 18 de Noviembre de 2019
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (Sexta ed.). Caracas: Episteme.
- Arteaga, Medina, & Gutierrez. (2011). Bloque de tierra comprimida con material constructivo. *Facultad de Ingeniería*, 15.
- ASTM C39. (2020). *Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndrico*. EE.UU: COMPASS.
- Benites, V. B. (2017). *Adobe estabilizado con extracto de Cabuya (Furcraea andina)*. piura: Universidad De Piura (UP). Recuperado el 24 de Octubre de 2019, de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI_237.pdf?sequence=1
- Cárdenas, R. W. (2014). *La piedra termal como expresión de la arquitectura vernacular en Huancavelica*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo-Perú.
- Carnevale, E., Rakotomamonjy, B., Sevillano, E., & Abad, M. d. (2015). Orientaciones para la conservación de inmuebles patrimoniales de tierra en Cuenca. *Material pedagógico*, 36-37. doi:<https://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.1.a09>
- Ccoillo, A. (2016). *Estabilización del adobe con especie de pasto natural en la zona alto andina, Ayacucho-2016*. Ayacucho: UNSCH. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres. (2002). *Construyendo casas de adobe más resistente [Fotografía]*. Lima-Peru: PREDES.
- Chuya, E. C., & Ayala, M. F. (2018). *Comparación de Parámetros Mecánicos y Físicos del Adobe tradicional con Adobe reforzado con Fibra de Vidrio*. Cuenca-Ecuador: UC.
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Monterrey, México: Limusa.
- De la Peña, D. (1997). *Adobe, características y sus principales usos en la construcción*. Tesis, Instituto Tecnológico de la Construcción, México.
- Eigene, A., & Kircher, F. (28 de Noviembre de 2007). *Mezcla de adobe [Fotografía]*. Obtenido de Adobe material de construcción: <https://www.wikiwand.com/es/Adobe>

- Escudero, A. J., & Aristizabal, J. C. (2016). *Caracterización mecánica de fibras de coco como refuerzo de materiales compuestos poliméricos*. Pereira-Colombia: UL. doi:<https://dx.doi.org/10.18180/tecciencia.2016.21.8>
- Esguerra, M. (2013). *Adobe de Suelo Derivado De Cenizas Volcánicas: Una Alternativa Constructiva*. Pereira -Colombia: Universidad Libre de Colombia (ULC). Recuperado el 12 de Diciembre de 2019, de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17067/ADOBES%20DE%20SUELO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García , S. L., & Ramírez, M. O. (2006). *Propuesta de un manual de laboratorio de mecánica de suelos conforme a la Norma ASTM 2003*. San Salvador: Universidad de el Salvador.
- Gómez, H. (2015). *"Evaluación técnica de las construcciones de Adobe, según la norma E.080 del R.N.E.; en la Rancho, Ayacucho - 2013"*. Ayacucho: UNSCH. Recuperado el 16 de Noviembre de 2019
- Gomez, S. A. (2009). *Diseño, experimentación y evaluación del sistema constructivo sam (sistema de bloques fibrorreforzados con fibra del desecho del fruto del coco, para la construcción de vivienda)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Google Arts and Culture. (29 de Enero de 2020). *Redacción Mag [Fotografía]*. Obtenido de <https://mag.elcomercio.pe/data/google-exhibe-al-mundo-la-ciudadela-de-chan-chan-viral-smartphone-aplicaciones-nnda-nnrt-noticia>
- Hernández, J. (2016). *Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora*. Barcelona: Departamento de tecnología de la arquitectura. Recuperado el 12 de Febrero de 2020
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.). México: McGRAW-HILL.
- Ibáñez, J. J. (2 de Octubre de 2008). *El Perfil del Suelo [Imagen]*. Obtenido de Blogs madri+d: <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/10/02/102439>
- Manual de Construcción del adobe / MVCS. (2010). *Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Mayans, C. (24 de Agosto de 2021). *Caral, una gran civilización en el norte de Perú [Fotografía]*. Obtenido de National Geographic: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/caral-gran-civilizacion-norte-peru_14823
- Milla, D. E. (2018). *Resistencia a la compresión de una unidad de adobe empleando una prensa manual y sustituyendo el 10%, 20% y 30%, por relave minero de Ticapampa, en la provincia de Huaraz – 2017*. Huaraz: Universidad San Pedro.
- Ministerio de Agricultura. (2011). *Pauta para estudio de suelos servicio agrícola y ganadero*. Gobierno de Chile.
- Ministerio de vivienda. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070, Albañilería*. Lima: El Peruano.

- Norma E-080. (Martes 23 de Mayo de 2006). Adobe. *El Peruano*, pág. 1.
- Norma E-080. (Viernes de Abril de 2017). Diseño y Construcción con tierra reforzada. Lima-Peru: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- NTP 339.127. (1998). *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo*. Lima - peru.
- NTP 339.128. (15 de 12 de 1999). *Método de ensayo para el análisis Granulométrico*. Lima - Perú.
- NTP 399.604. (2002). *Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. Lima-Peru.
- Paredes, F. L., & De La Cruz, G. M. (2017). Estudio de estabilizadores en el adobe. *Universidad Central del Ecuador*, 1-6.
doi:<https://dx.doi.org/10.18180/tecciencia.2016.21.8>
- Rojas, R. (02 de Octubre de 2015). *Adobe para las casas [Fotografía]*. Obtenido de Prensa Libre: <https://www.prensalibre.com/ojo-del-lector/curiosas/adobe-para-las-casas/>
- Romero, V. I., & Collasi, C. D. (2017). “*Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto*”. Cusco-Peru: Universidad Andina del Cusco.
- Roux, R. S., & Olivares, M. (s.f.). *Adobe con fibras de coco [Fotografía]*. Obtenido de Faum. Tecnología y Representación: <https://hctarelo.weebly.com/lecturas.html>
- Sanchez, R., & Soria, F. J. (13 de Noviembre de 2015). Innovación tecnología y saber tradicional: BTC y Adobe, desarrollos paralelos en la cultura constructiva. *Seminario Iberoamericano de Arquitectura Y Construcción con Tierra* (págs. 1-10). Cuenca-Ecuador: SIACOT-ECUADOR. doi:<https://dx.doi.org/10.18180/tecciencia.2016.21.8>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2019). *Recopilación de tierra en Ayacucho*. Ayacucho: SENCICO. Recuperado el 14 de Diciembre de 2019
- Ticona, J. M. (2020). “*Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019*”. Lima-Peru: Universidad Cesar Vallejo.
- Vargas, Z. R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165. Recuperado el 24 de 08 de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
- Villanueva, N. E. (2016). *Influencia de la Adición de Fibra de Coco en la Resistencia del Concreto*. Cajamarca: UPN. Recuperado el 22 de Octubre de 2019
- Wikipedia la enciclopedia libre. (20 de Octubre de 2006). *Granulometría [Fotografía]*. Obtenido de Wikipedia :
<https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Granulometr%C3%ADa.JPG>
- Wikipedia, La enciclopedia libre. (20 de 10 de 2006). Obtenido de Granulometría.JPG:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Granulometr%C3%ADa.JPG>

Yuni, J. A., & Urbano, C. A. (2014). *Técnicas para investigar : recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación*. Córdoba, Argentina: Brujas.

ANEXO

Anexo A 1:Matriz de Consistencia

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE COCO (<i>Cocos nucifera</i>) EN LA RESISTENCIA DEL ADOBE, AYACUCHO 2021				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Método
Problema general	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Método General
¿Cómo influye la adición de la fibra de coco (<i>cocos nucifera</i>) en la resistencia del adobe, Ayacucho-2021?	Determinar la influencia de la adición de fibra de coco (<i>cocos nucifera</i>) en la resistencia del adobe, Ayacucho-2021.	La adición de la fibra de coco (<i>cocos nucifera</i>) influye de forma sustancial en la resistencia del adobe, Ayacucho-2021.	Estabilizante (Fibra de Coco)	<p>Tipo de Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigación aplicada <p>Nivel de Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigación descriptiva
Problemas Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente	<p>Método de Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hipotético-Deductivo <p>Diseño De Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimental <p>Población</p> <p>La población en estudio será un conjunto de bloques de adobe</p> <p>Muestra</p> <p>El tamaño de la muestra estará conformado por el 100% del universo poblacional.</p> <p>Técnicas de recolección de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Observación directa. <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Diagramas en el programa Excel -Fichas de observación y/o formato de laboratorio.
¿Cuánto es la variabilidad dimensional y la resistencia a compresión del adobe estabilizado con 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco con respecto al adobe patrón, elaborados en la localidad de Mollepata 2021?	Determinar la variabilidad dimensional y la resistencia a compresión del adobe estabilizado con 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco con respecto al adobe patrón, fabricados en la localidad de Mollepata 2021.	Las unidades de adobe estabilizadas con adición del 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco, presentan menor variación dimensional y mayor resistencia a la fuerza de compresión con respecto al adobe patrón.	<p>Variabilidad dimensional</p> <p>Resistencia a compresión del bloque de adobe</p> <p>Resistencia la Erosión acelerada (SAET)</p> <p>Costo de elaboración del adobe.</p>	
¿Cuál será el nivel de resistencia al ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET), del adobe estabilizado con adición del 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco con respecto las unidades adobe patrón?	Determinar el nivel de resistencia al ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET), del adobe estabilizado con adición del 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco, con respecto a las unidades del patrón.	Las unidades de adobe estabilizadas con 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco, presentan mejor nivel de resistencia frente al ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET), respecto a las unidades del adobe patrón.		
¿Cuál es la comparación económica entre el adobe estabilizado con fibra de coco respecto al adobe tradicional?	Determinar la comparación económica entre el adobe estabilizado con fibra de coco respecto al adobe tradicional..	Las unidades de adobe estabilizadas con fibras de coco, presentan bajo costo de inversión con respecto al adobe tradicional.		

FIBRA COCO Y LA RESISTENCIA DEL ADOBE

--	--	--	--	--

Anexo A 2:Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 25.

Anexo A 3:Análisis estadístico de la resistencia a la compresión

El análisis estadístico se ha realizado con los esfuerzos promedio a compresión de cada uno de los tratamientos.

Planteando las hipótesis

$$H_0: H1 = H2 = H3 = H4 = H5 = H6 = 0$$

$$H_1: \text{Al menos una de las H muestra } \neq 0$$

Utilizando un nivel de significancia de (α) de 0.05

La estadística de prueba utilizado fue el ANOVA de un factor (DCA)

Interpretación:

H_0 : Los tratamientos en estudio producen iguales efectos en cuanto a la resistencia a compresión.

H_1 : Al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la resistencia al esfuerzo de compresión.

Pasos para comprobar la verificación de los supuestos:

Distribución Normal:

Tabla A. 1

Numero de tratamientos para el procesamiento de casos de normalidad

	Tratamiento	N	Válido		Casos Perdidos		Total	
			Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
Resistencia a compresión	0%	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%	
	0.25%	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%	
	0.50%	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%	
	0.75%	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%	

En la Tabla A.2 se muestra los distintos resultados analizados a través de la prueba de normalidad.

Tabla A. 2

Resultados de las pruebas de normalidad

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	0%	,219	6	,200*	,883	6	,281
	0.25%	,154	6	,200*	,959	6	,813
	0.50%	,236	6	,200*	,919	6	,498
	0.75%	,203	6	,200*	,929	6	,574

Para el análisis de la prueba de normalidad se consideró dos casos: el de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Para lo cual se adoptó el método de Shapiro-Wilk por tener un tamaño de muestra menor a 50 datos.

Planteando la Hipótesis de Normalidad:

H_0 : la variable resistencia a la compresión tiene una distribución normal

H_1 : la variable resistencia a la compresión es distinta a la distribución normal

El P valor de significancia en los cuatro casos $P > 0.05$ es mayor a 0.05, con lo cual se acepta la hipótesis nula y se rechaza alterna. Por consiguiente, los datos siguen una distribución normal.

Análisis de la Varianza (ANVA)

Tabla A. 3

Resultados de las pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	33,501 ^a	3	11,167	15,999	,000
Intersección	5836,273	1	5836,273	8361,622	,000
Dosificación	33,501	3	11,167	15,999	,000
Error	13,960	20	,698		
Total	5883,733	24			
Total corregido	47,460	23			

a. R al cuadrado = ,706 (R al cuadrado ajustada = ,662)

El Valor de significancia P= 0.00 hallado es menor al nivel de significancia de (α) de 0.05.

Demostrando estadísticamente con una probabilidad de error del 0.00% que al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la resistencia al esfuerzo de compresión en comparación con el adobe patrón. Produciendo una mejor resistencia algún tratamiento con fibra de coco.

Toma de decisión

Al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la resistencia al esfuerzo de compresión.

Pruebas estadísticas (Tukey, Duncan y Newman)

En estas pruebas se va a comparar las medias de todos los tratamientos, haciendo la comparación de pares de todos contra todos, cuyos los resultados obtenidos son de forma escalonada.

Resistencia del adobe

Tabla A. 4

Resultados de las pruebas de estadísticas de la resistencia a la compresión

	Dosificación	N	Subconjunto	
			1	2
Student-Newman-Keuls ^{a,b}	0%	6	14,4683	
	0.75%	6	14,9783	
	0.25%	6	15,3650	
	0.50%	6		17,5650
	Sig.			,177
HSD Tukey ^{a,b}	0%	6	14,4683	
	0.75%	6	14,9783	
	0.25%	6	15,3650	
	0.50%	6		17,5650
	Sig.			,277
Duncan ^{a,b}	0%	6	14,4683	
	0.75%	6	14,9783	
	0.25%	6	15,3650	
	0.50%	6		17,5650
	Sig.			,093

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,698.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

b. Alfa = .05.

De las pruebas estadísticas se puede evidenciar la homogeneidad de los resultados por los tres métodos empleados. A través del método Tukey, se puede evidenciar que con la dosificación en un 0.50% de fibra de coco, el bloque produce un nivel de resistencia superior en comparación al bloque patrón (0%), de igual forma en las dosificaciones del 0.25% y 0.75% los niveles de resistencia alcanzados son superiores a los a los del bloque patrón.

Anexo A 4: Análisis estadístico de la Variación Dimensional

En este análisis estadístico se ha procesado el volumen promedio porcentual de cada uno de los tratamientos con el propósito de obtener valores positivos y evitar trabajar con porcentajes negativos.

Planteando las hipótesis

$$H_0: H_1 = H_2 = H_3 = H_4 = H_5 = H_6 = 0$$

$$H_1: \text{Al menos una de las H muestra } \neq 0$$

Utilizando un nivel de significancia de (α) de 0.05

Interpretación:

H_0 : Los tratamientos en estudio producen iguales efectos en cuanto a la Variación dimensional adobe.

H_1 : Al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la Variación dimensional del adobe.

Pasos Para Comprobar la Verificación de los Supuestos:

Distribución Normal:

A continuación, se muestran la totalidad de los diferentes tratamientos

Tabla A. 5

Numero de tratamientos para el procesamiento de casos de normalidad

	Tratamiento	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
% Variación de Volumen	1,00	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
	2,00	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
	3,00	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
	4,00	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

Planteando la hipótesis de la prueba de normalidad:

H_0 : La variable variabilidad dimensional tiene una distribución normal

H_1 : La variable variabilidad dimensional es distinta a la distribución normal

Pruebas de normalidad

Tabla A. 6

Resultados de las pruebas de normalidad

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	1,00	,255	6	,200*	,865	6	,206
% Variacion de	2,00	,175	6	,200*	,973	6	,915
Volumen	3,00	,222	6	,200*	,889	6	,311
	4,00	,207	6	,200*	,871	6	,231

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la Tabla A.6 se muestra el valor de significancia en los cuatro casos ($P > 0.05$), resultando mayor a 0.05, con lo cual se acepta la hipótesis nula H_0 , y se rechaza alterna. Por consiguiente, los datos H_0 siguen una distribución normal.

Análisis de la varianza (ANVA)

Tabla A. 7

Resultados de las pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: % Variacion de volumen

Origen	Tipo III de suma		Media		F	Sig.
	de cuadrados	gl	cuadrática			
Modelo corregido	56,531 ^a	3	18,844	12,013		,000
Intersección	374,697	1	374,697	238,870		,000
Dosificación	56,531	3	18,844	12,013		,000
Error	31,372	20	1,569			
Total	462,600	24				
Total corregido	87,903	23				

a. R al cuadrado = ,643 (R al cuadrado ajustada = ,590)

El Valor de significancia $P= 0.00$ hallado es menor al nivel de significancia de (α) de 0.05.

La probabilidad de error es del 0.00%, el cual refiere que al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la variación dimensional, Produciendo una mejor resistencia algún tratamiento con fibra de coco.

Toma de decisión

Al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la variación dimensional del adobe.

Pruebas estadísticas (Tukey, Duncan y Newman)

En estas pruebas se va a comparar las medias de todos los tratamientos, haciendo la comparación de pares de todos contra todos. Los resultados obtenidos son de forma escalonada.

Tabla A. 8

Resultados de las pruebas de estadísticas del % de variación de volumen

	Dosificación	N	Subconjunto		
			1	2	3
Student-Newman-Keuls ^{a,b}	0.50%	6	2,3117		
	0.75%	6	2,9117	2,9117	
	0.25%	6		4,2750	
	0%	6			6,3067
	Sig.			,416	,074
HSD Tukey ^{a,b}	0.50%	6	2,3117		
	0.75%	6	2,9117		
	0.25%	6	4,2750		
	0%	6		6,3067	
	Sig.			,059	1,000
Duncan ^{a,b}	0.50%	6	2,3117		
	0.75%	6	2,9117	2,9117	
	0.25%	6		4,2750	
	0%	6			6,3067
	Sig.			,416	,074

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1,569.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

b. Alfa = .05.

De los resultados obtenidos de las pruebas estadísticas se puede evidenciar que el mayor porcentaje de variación dimensional se dio en el adobe patrón, seguido por la dosificación 0.25%, y con las dosificaciones del 0.50 y 075% se evidencio menor una variación dimensional del bloque de adobe.

Anexo A 5: Análisis estadístico de la erosión acelerada de Swinburne (SAET)

En este análisis estadístico se ha procesado el nivel de oquedad promedio porcentual de cada uno de los tratamientos.

Planteando las Hipótesis

$H_0: H_1 = H_2 = H_3 = H_4 = H_5 = H_6 = 0$

$H_1: \text{Al menos una de las H muestra } \neq 0$

Utilizando un nivel de significancia de (α) de 0.05

Interpretación:

H_0 : Los tratamientos en estudio producen iguales efectos en cuanto a la resistencia a la erosión acelerada.

H_1 : Al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la resistencia erosión acelerada.

Pasos Para Comprobar la Verificación de los Supuestos:

Distribución Normal:

A continuación, se muestran la totalidad de los diferentes tratamientos

Tabla A. 9

Numero de tratamientos para el procesamiento de casos de normalidad

	Dosificación	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Oquedad	0%	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	0.25%	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	0.50%	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	0.75%	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Planteando las Hipótesis de la Prueba de Normalidad:

H_0 : La variable resistencia a la erosión acelerada tiene una distribución normal.

H_1 : La variable resistencia a la erosión acelerada es distinta a la distribución normal.

Comprobando las hipótesis planteadas a través del análisis de la normalidad

Pruebas de Normalidad

Tabla A. 10

Resultados de las pruebas de normalidad

	Dosificación	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Oquedad	0%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	0.25%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	0.50%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	0.75%	,282	3	.	,936	3	,510

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la Tabla A.10 se observa que el valor de significancia en los cuatro casos ($P > 0.05$), es mayor a 0.05, con lo cual se acepta la hipótesis nula H_0 y se rechaza alterna. Por consiguiente, los datos H_0 siguen una distribución normal.

Análisis de la Varianza (ANVA)

En la Tabla A.11 se muestra que el valor de significancia resultante $P = 0.03$, es menor al nivel de significancia de (α) de 0.05.

La probabilidad de error es del 0.03, el cual refiere que al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la erosión acelerada, Produciendo una mejor resistencia a la erosión algún tratamiento con la fibra de coco.

Tabla A. 11

Resultados de las pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Oquedad del adobe.

Origen	Tipo III de suma		Media cuadrática	F	Sig.
	de cuadrados	gl			
Modelo corregido	3,070 ^a	3	1,023	11,585	,003
Intersección	1156,403	1	1156,403	13091,358	,000
Dosificación	3,070	3	1,023	11,585	,003
Error	,707	8	,088		
Total	1160,180	12			
Total corregido	3,777	11			

a. R al cuadrado = .813 (R al cuadrado ajustada = .743)

Toma de Decisión

Al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la erosión acelerada.

Pruebas Estadísticas (Tukey, Duncan, y Newman)

En estas pruebas se va a comparar las medias de todos los tratamientos, haciendo la comparación de pares de todos contra todos. Los resultados obtenidos son de forma escalonada.

Tabla A. 8

Resultados de las pruebas de estadísticas del Nivel de oquedad

	Dosificación	N	Subconjunto		
			1	2	3
Student-Newman-Keuls ^{a,b}	0.75%	3	9,2667		
	0.50%	3	9,4000		
	0.25%	3		10,1000	
	0%	3		10,5000	
	Sig.			,598	,138
HSD Tukey ^{a,b}	0.75%	3	9,2667		
	0.50%	3	9,4000	9,4000	
	0.25%	3		10,1000	10,1000
	0%	3			10,5000
	Sig.			,944	,078
Duncan ^{a,b}	0.75%	3	9,2667		
	0.50%	3	9,4000		
	0.25%	3		10,1000	
	0%	3		10,5000	
	Sig.			,598	,138

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .088.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

b. Alfa = .05.

De los resultados obtenidos de las pruebas estadísticas, se puede evidenciar que el mayor nivel de oquedad se dio en el adobe patrón, seguido por la dosificación 0.25%, y con las dosificaciones del 0.50 y 075% se evidencio un menor nivel de oquedad del adobe.

Anexo A 6: Resultados del análisis del perfil del suelo



PERFIL TERRENO DE EXCAVACION

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRA DE COCO (COCOS NUCIFERA) EN LA RESISTENCIA DEL ADOBE
 TESISISTA : BR. MOISES HUAMAN VILLANUEVA
 MUESTRA : ARENO LIMO ARCILLOSO
 CANTERA : MOLLEPATA
 EXCAVACION : C-01
 COTA : 2823 msnm COORDENADAS: N:8548002 E: 582953

Tipo de excavacion	Profundidad (Metros)	Estratos Obtenidos	Simbolo	DESCRIPCION DEL MATERIAL
C A L I C A T A	2.00	SM-SC		Matriz areno limo-arcilloso, color marrón, ligeramente humedo baja polasticidad, carácter semipermeable, de compacidad firme, engloba gravas, clastos, canto rodado en un 45% No hay presencia de nivel freatico.
Observaciones:				



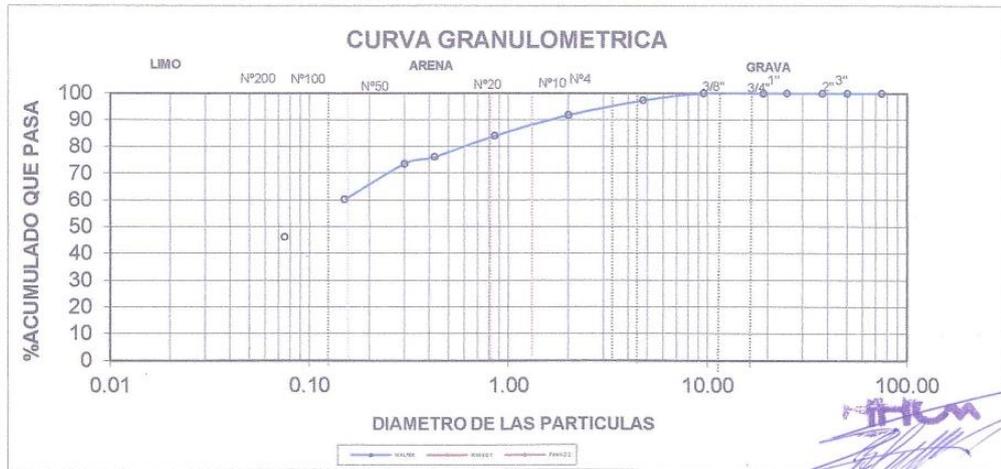
Anexo A 7: Resultado del análisis de granulometría



ENSAYOS ESTANDARES DE CLASIFICACION
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRA DE COCO (COCOS NUCIFERA) EN LA RESISTENCIA DEL ADOBE
 TESISTA : BR. MOISES HUAMAN VILLANUEVA
 MUESTRA : E-1
 CANTERA : MOLLEPATA E-1
 PESO INICIAL SECO (gr) 568.60
 PESO LAVADO SECADO (gr) 310.50
 FECHA : 19/05/2022

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS	
		(gr)	(%)	Retenido	Pasante
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.750	15.50	2.73	2.73	97.27
Nº10	2.000	31.10	5.47	8.20	91.80
Nº20	0.850	44.20	7.77	15.97	84.03
Nº40	0.425	44.80	7.88	23.85	76.15
Nº50	0.300	14.40	2.53	26.38	73.62
Nº100	0.150	76.20	13.40	39.78	60.22
Nº200	0.075	79.40	13.96	53.75	46.25
FONDO	0.00	4.90	0.86	54.61	45.39
LAVADO	0.00	258.10	45.39	100.00	0.00



PROPIEDADES FISICAS

CONTENIDO DE HUMEDAD	9.44	D10 =	0.003	DISTRIBUCION GRANULOMETRICO		
LIMITE LIQUIDO	29.00	D30 =	-0.188			
LIMITE PLASTICO	23.53	D60 =	#DIV/0!	% GG	0.00	2.73
INDICE PLASTICIDAD	5.47	Cu =	#DIV/0!	% GF	2.73	
LIMITE DE CONTRACCION		Cc =	#DIV/0!	% AG	5.47	51.02
FINOS(%)	46.25			% AM	15.65	
CLASIFICACION (SUCS)	SM-SC			% AF	29.90	
CLASIFICACION (AASHTO)	A-4(0)			% F	46.25	46.25
NOMBRE DEL GRUPO	ARENA LIMO ARCILLOSO					

[Handwritten signature]
 Ing. Rolando A. Huallanca De La Cruz
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION
 LABORATORIO DE SUELO Y CONCRETO

Anexo A 8: Resultados de los análisis de límites de consistencia



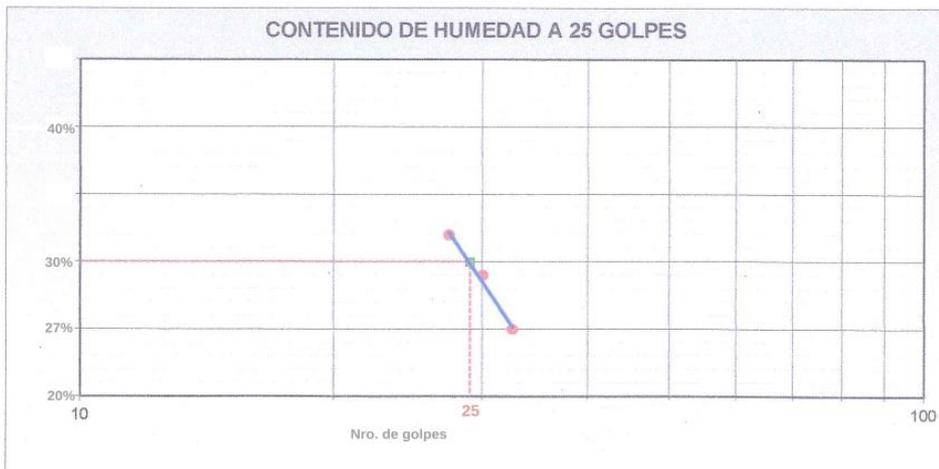
LIMITES DE CONSISTENCIA
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS	
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRA DE COCO (COCOS NUCIFERA) EN LA RESISTENCIA
TESISTA	: BR. MOISES HUAMAN VILLANUEVA
MUESTRA	: E-1
CANTERA	: MOLLEPATA
FECHA	: 19/05/22

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	:

LIMITE LIQUIDO					
Nº TARRO		15	13	X-15	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		40.02	43.14	45.28	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		33.12	36.00	38.13	
PESO DE AGUA (g)		6.90	7.14	7.15	
PESO DEL TARRO (g)		11.93	12.20	12.03	
PESO DEL SUELO SECO (g)		21.19	23.80	26.10	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		32.6	30.0	27.4	
NUMERO DE GOLPES		20	24	27	

LIMITE PLASTICO					
Nº TARRO		83	4-X		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		24.10	24.20		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		21.66	21.00		
PESO DE AGUA (g)		2.44	3.20		
PESO DEL TARRO (g)		11.45	7.18		
PESO DEL SUELO SECO (g)		10.21	13.82		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		23.9	23.2		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	29.0
LIMITE PLASTICO	23.53
INDICE DE PLASTICIDAD	5.47



Anexo A 9: *Secado y tamizado de la muestra*



Anexo A 10: *Granulometría de las partículas*



Ensayo de los Límites de Atterber

Anexo A 11: Ensayo límite líquido



Anexo A 12: Ensayo límite plástico



Anexo A 13: Peso de las muestras de limite líquido y plástico



Anexo A 14: Rotura de los bloques estabilizados



Nota. Se observa la Rotura del bloque de tierra, producto del esfuerzo máximo a compresión

Anexo A 15: Deformación de las muestras después de la rotura



Nota. Se observa las diferentes deformaciones producidas por la fuerza compresiva



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. MOISÉS HUAMÁN VILLANUEVA
R.D. N° 017-2023-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los seis días del mes de febrero del año dos mil veintitrés, siendo las diecisiete horas con diez minutos, se reunieron en el auditorio Virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias Dr. Rolando Bautista Gómez, los miembros del jurado conformado por el Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán, M.Sc. Juan Charapaqui Ancasi como asesor, Mtro. Richard Alex Oscco Peceros y el Ing. Nilo Armando Quispe Ccahuin, actuando como secretario de actas el Mtro. Ennio Chauca Retamozopara participar en la sustentación de la Tesis titulada: Influencia de la adición de fibra de coco (Cocos nucifera) en la resistencia del adobe, Ayacucho 2021 y así obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola del Bachiller MOISÉS HUAMÁN VILLANUEVA.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó al bachiller MOISÉS HUAMÁN VILLANUEVA que proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente.

Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó al sustentante y asistentes abandonar temporalmente el auditorio para la deliberación y calificación por parte de los miembros de la comisión, teniendo el siguiente resultado:

Table with 5 columns: Jurado evaluador, Exposición, Respuestas a las preguntas, Generación de conocimiento, Promedio. Rows include scores for each juror and a final 'PROMEDIO GENERAL' row with a score of 16.

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

Handwritten signature of Vance Giorgio Fernández Huamán, Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán, Presidente

Handwritten signature of Juan Charapaqui Ancasi, M.Sc. Juan Charapaqui Ancasi, Asesor

Handwritten signature of Richard Alex Oscco Peceros, Mtro. Richard Alex Oscco Peceros, Jurado

Handwritten signature of Nilo Armando Quispe Ccahuin, Ing. Nilo Armando Quispe Ccahuin, Jurado

Handwritten signature of Ennio Chauca Retamozo, Mtro. Ennio Chauca Retamozo, Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado:

Influencia de la adición de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la resistencia del adobe, Ayacucho 2021

Autor : Moisés Huamán Villanueva

Asesor : Juan Charapaqui Anccasi

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 21 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 09 de marzo de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
W. A. Mateu Mateo
M. Sc. Walter A. Mateu Mateo
Pde. Comisión Turnitin - FCA

Influencia de la adición de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la resistencia del adobe, Ayacucho 2021

por Moisés Huamán Villanueva

Fecha de entrega: 06-mar-2023 08:50a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2030239951

Nombre del archivo: 2022_TESIS_Moises_Huaman_-_Agricola_i_1.pdf (4.7M)

Total de palabras: 23966

Total de caracteres: 125645

Influencia de la adición de fibra de coco (Cocos nucifera) en la resistencia del adobe, Ayacucho 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

22 %

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

7 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
3	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	3 %
4	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2 %
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2 %
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	repository.unilibre.edu.co Fuente de Internet	1 %
8	revistadigital.uce.edu.ec Fuente de Internet	1 %
9	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	

1 %

10

biblioteca.usac.edu.gt

Fuente de Internet

1 %

11

repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

12

upcommons.upc.edu

Fuente de Internet

<1 %

13

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

14

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

15

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

16

edoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

17

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

18

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

19

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

20

whc.unesco.org

Fuente de Internet

<1 %

21

www.buenastareas.com

Fuente de Internet

<1 %

22

www.mef.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

www.estudiosarabes.org

Fuente de Internet

<1 %

24

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1 %

25

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

ARTÍCULO CIENTÍFICO

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA RESISTENCIA DEL ADOBE, AYACUCHO 2021

Autor: Moisés Huamán Villanueva

Línea de investigación: Ingeniería de Materiales

Correo electrónico: moises.huaman.21@unsch.edu.pe

RESUMEN

El objetivo de la investigación es mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe adicionándole fibras de coco. Para lo cual se efectuaron una serie de evaluaciones de campo y laboratorio hasta obtener el material idóneo. Se elaboraron un total de 72 bloques de adobe (24 bloques patrón, 24 bloques con 0.25% de fibra, 24 bloques con 0.50% de fibra y 24 bloques con 0.75% de fibra de coco). Una vez completado el secado a los 28 días, se procedió a efectuar los ensayos de variabilidad dimensional, resistencia a compresión, resistencia a la erosión acelerada (SAET) y la comparación económica del adobe. Respecto al ensayo de variabilidad dimensional, se obtuvo una menor variación porcentual de 0.42%, 0.27% y 0.13% de largo, ancho y altura con la dosificación del 0.50% de la fibra, mientras que en el adobe patrón se dio una mayor variación porcentual de 2.39%, 1.95%, y 2.11% de largo, ancho y altura. En cuanto a la resistencia a la compresión todas las unidades estabilizadas con fibra de coco, superaron a la resistencia del adobe patrón, obteniéndose una máxima resistencia de 17.56 kg/cm² con dosificación del 0.50% de fibra de coco. En relación al ensayo de la resistencia de erosión acelerada (SAET), los resultados más óptimos se obtuvieron en los bloques con dosificaciones de 0.50 y 0.75%, alcanzando profundidades de oquedad de 9.40 y 8.93 mm, clasificados como aptos, de igual forma los adobes dosificados con 0% (patrón) y 0.25% alcanzaron oquedades de 10.50 y 10.10 mm, clasificándolos como bloques no aptos, todos ellos evaluados según los parámetros establecidos en la Norma Española UNE 41410. Concluyéndose que la adición de las fibras de coco, en la elaboración del adobe mejoran sustancialmente en las características del adobe, por lo que se recomienda como estabilizante.

Palabras clave: Adobe, adobe estabilizado, fibra de coco, resistencia y erosión hídrica.

ABSTRACT

The objective of the research is to improve the physical and mechanical properties of adobe adding coconut fibers. For which a series of field and laboratory evaluations were carried out until the ideal material was obtained. A total of 72 adobe blocks were made (24 pattern blocks, 24 blocks with 0.25% fiber, 24 blocks with 0.50% fiber and 24 blocks with 0.75% coconut fiber). Once the drying was completed at 28 days, the tests of dimensional variability, compressive strength, accelerated erosion resistance (SAET) and the economic comparison of adobe were carried out. Regarding the dimensional variability test, a lower percentage variation of 0.42%, 0.27% and 0.13% in length, width and height was obtained with the dosage of 0.50% of the fiber, while in the adobe pattern there was a greater percentage variation. of 2.39%, 1.95%, and 2.11% in length, width, and height. Regarding the compressive strength, all the units stabilized with coconut fiber exceeded the resistance of the standard adobe, obtaining a maximum resistance of 17.56 kg/cm² with a dosage of 0.50% coconut fiber. In relation to the accelerated erosion resistance test (SAET), the most optimal results were obtained in the blocks with dosages of 0.50 and 0.75%, reaching depths of cavity of 9.40 and 8.93 mm, classified as suitable, in the same way the adobes dosed with 0% (pattern) and 0.25% reached cavities of 10.50 and 10.10 mm, classifying them as unsuitable blocks, all of them evaluated according to the parameters established in the Spanish Standard UNE 41410. Concluding that the addition of coconut fibers, in the elaboration of adobe substantially improve the characteristics of adobe, which is why it is recommended as a stabilizer.

Keywords: Adobe, stabilized adobe, coconut fiber, resistance and water erosion.

INTRODUCCIÓN

El adobe es el material de construcción más usado a nivel mundial, desde tiempos remotos hasta la actualidad a jugado un papel importante en la edificación de viviendas. Con el transcurrir del tiempo ha adquirido gran realce como material de construcción, es así que en todos los países de Latinoamérica y especialmente en la sierra peruana su uso es indispensable debido a su bajo costo y fácil obtención de la materia prima, muchas veces proporcionado por el propio terreno.

A lo largo del país y especialmente en la sierra se observa que el adobe juega un papel importante en la construcción, no solo en áreas rurales donde es utilizado por los pobladores de la zona, sino también en áreas urbanas, sobreviviendo a través de los siglos, resistiendo el embate de sismos y terremotos, evidencia que se encuentra, sobre todo en los centros históricos. (Paredes & De La Cruz, 2017, p.2)

Sin embargo, las múltiples construcciones adaptadas sin una supervisión técnica y más aun sin la aplicación de alguna norma de construcción, como la **NTP E-080 Adobe** traen consigo una serie de deficiencias y exposición a los fenómenos naturales como las precipitaciones y sismos. Más aún que nuestra zona sierra sur, según la norma E-030, se ubica en una zona de actividad sísmica media (zona 2), comprendiendo el Departamento de Ayacucho y su provincia de Huamanga. El cual en los últimos años ha desarrollado un rápido crecimiento urbano, más aun teniendo la necesidad de contar con viviendas, que ha con llevado a las edificaciones de viviendas de adobe de hasta 2 pisos, esto hace que sean vulnerables a los efectos de la actividad sísmica.

A raíz de lo antes expuesto nace la idea de este proyecto de investigación de mejorar las características físicas y mecánicas del adobe incorporando fibras naturales de origen vegetal, en este caso la fibra de coco, con el propósito de mejorar las características estructurales en la construcción con tierra, y dar una mejor respuesta a los fenómenos naturales.

Esguerra (2013) en su investigación hace referencia lo siguiente:

Los adobes como material de construcción se convierten en una respuesta a las necesidades existentes en la construcción de vivienda de interés social y económico. Pone en práctica los conocimientos tecnológicos y sistematizados de los procesos de elaboración del ladrillo, contribuyendo con esto al mejoramiento de la calidad del material y satisfacer plenamente las necesidades de las personas en cuanto a tiempo, costo y producto.

Por circunstancias de orden público, pobreza, y desplazamiento se hace necesaria la construcción de vivienda asequible a las poblaciones más vulnerables dando respuesta inmediata a todas aquellas necesidades que se presentan en el diario vivir. (p. 21)

Objetivo general

Determinar la Influencia de la adición de fibra de Coco (*Cocos nucifera*) en la resistencia del adobe, Ayacucho-2021.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar la variabilidad dimensional y la resistencia a compresión del adobe estabilizado con 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco con respecto al adobe patrón, fabricados en la localidad de Mollepata.
- ✓ Determinar el nivel de resistencia al ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET), del adobe estabilizado con adición del 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco, con respecto a las unidades del adobe patrón, fabricados en la localidad de Mollepata.
- ✓ Determinar la comparación económica del adobe estabilizado con fibra de coco, respecto al adobe tradicional.

METODOLOGÍA

Ubicación de la Zona de Estudio

La presente investigación se realizó en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región de Ayacucho. La localidad de Mollepata es el espacio geográfico referido en la investigación, cuya ubicación abarca la región centro sur andina del Perú, a una altura de 2,823 m.s.n.m.

Geográficamente el lugar en estudio se encuentra ubicado en las coordenadas:

Coordenadas UTM-N: 8548002

Coordenadas UTM-E : 582953

Figura 1

Ubicación geográfica del proyecto



Nota. La figura comprende a la zona rural de Mollepata del distrito de Ayacucho, en la cual se encuentra ubicada la cantera para la obtención del suelo.

Método

“Sin embargo, independientemente de su clasificación, todos son tipos de investigación, y al no ser excluyentes, un estudio puede ubicarse en más de una clase” (Arias, 2006, p. 23).

Diseño del estudio

Variables Independientes:

- ✓ Fibra de coco

Variables Dependientes:

- ✓ Variabilidad dimensional.
- ✓ Resistencia a compresión.
- ✓ Resistencia a la erosión acelerada (SAET).

Procesos:

Selección del Material

Se procedió a la selección del material, libre de piedras mayores a 5 mm y todo tipo de residuos que alteren la calidad del suelo en la elaboración del adobe. Seguidamente se realizó las pruebas de inspección rápida que señala la Norma Técnica E-080, evaluando la textura color y olor del suelo, permitiendo abstraer de forma inmediata la presencia de limo, arcilla y arena.

Figura 2

Selección de material suelo



Nota. En la imagen se contrasta la extracción del material suelo de la cantera en estudio

Caracterización del Suelo

Seleccionada la cantera en la quebrada de Mollepata se realizó una calicata en el terreno in situ, con el objetivo de tomar una muestra representativa del lugar. Los resultados obtenidos de laboratorio dieron a conocer que es un suelo medianamente apto, ya que los porcentajes encontrados tanto en arena, limo y arcilla, se aproximan a los ya establecidos en la norma E-080. En los resultados se identificó que es un suelo arena limo-arcilloso SM-SC color marrón claro, ligeramente húmedo, engloba gravas, clastos, canto rodado en un 45%. A la profundidad de 2 m, el suelo presenta un porcentaje de finos 46.25%, LL=29% y IP=5.47. La tabla 1 contrasta el perfil terreno excavado.

Tabla 1

Porcentaje de distribución granulométrica

Distribución granulométrico	
% Gravas	2.73
% Arenas	51.02
% Finos	46.25

Nota. La tabla muestra las distribuciones de las partículas gruesas y finos

Los resultados hallados mediante la clasificación (SUCS), nos refiere que es un suelo del tipo SM-SC Arena limo arcilloso.

Preparación y Extracción de Fibra de Coco

La recolección del fruto se realizó en los diferentes mercados de la ciudad de huamanga donde abastecen la fruta de coco provenientes de la selva.

La extracción de la fibra de coco se realizó de fruto del cocotero, por medios físicos y mecánicos. En la Figura 3 se muestra la extracción de la fibra de coco.

Figura 3

Extracción de la fibra de coco



Nota. La figura muestra la obtención de la fibra de coco por medios manuales

Diseño y Dosificación de la Mezcla

Para determinar la dosificación de la mezcla se elaboró un adobe patrón, cuyas dimensiones del molde fueron: 30x15x8 cm de largo, ancho y altura. Del mismo modo se fabricó otro molde con medidas de 10x10x10 cm, según los parámetros establecidos de la Norma E .080. De los bloques elaborados y curados durante 28 días, se obtuvo el volumen y peso seco, en cuanto al cálculo de la dosificación de (0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%) de la fibra de coco, se obtuvo en función a los pesos secos de los bloques patrón.

Factores de Humedad, Densidad, Volumen del Adobe Patrón

Tabla 2

Resultado de humedad y densidad del adobe patrón

Descripción	Unidades	Valores
Humedad del espécimen	%	26.97
Peso seco del adobe patrón	gr	5560
Volumen seco de adobe patrón	cm ³	3600
Densidad del adobe patrón	gr/cm ³	1.54

Dosificación en bloques de 30x15x8 cm de largo, ancho y altura

Tabla 3

Dosificación de la unidad de adobe de 30x15x8cm Largo, Ancho y Altura

Dosificación de la unidad de adobe			
Adobe con % de fibra de coco.	peso de suelo seco(gr)	Agua(ml)	Fibra de coco (gr)
patrón (0%)	5560	1550	0
Adobe con 0.25%	5560	1550	14
Adobe con 0.50%	5560	1550	28
Adobe con 0.75%	5560	1550	42

Dosificación en bloques de 10x10x10 cm de largo, ancho y altura

Tabla 4

Dosificación de la unidad con 0 % de fibra de Coco

Volumen de la unidad de adobe	Peso de suelo seco	Agua	Fibra de coco
cm ³	gr	ml	gr
1000	1544	430	0

Tabla 5

Dosificación de la unidad con 0,25 % de fibra de Coco

Volumen de la unidad de adobe	Suelo seco	Agua	Fibra de coco
cm3	gr	ml	gr
1000	1544	430	3.86

Tabla 6

Dosificación de la unidad con 0,50 % de fibra de Coco

Volumen de la unidad de adobe	Suelo seco	Agua	Fibra de coco
cm3	gr	ml	gr
3600	1544	430	7.72

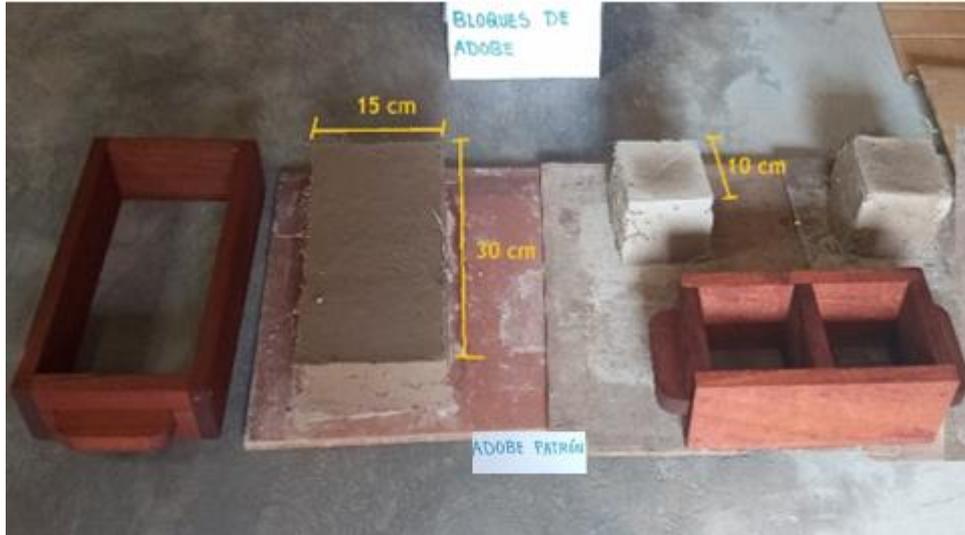
Tabla 7

Dosificación de la unidad con 0,75 % de fibra de Coco

Volumen de la unidad de adobe	Suelo seco	Agua	Fibra de coco
cm3	gr	ml	gr
1000	1544	430	11.58

Figura 4

Diseño y dimensiones de los bloques patrón



Nota. En la figura se visualiza la elaboración de los bloques patrón a través del cual se procederá a realizar la dosificación de los insumos.

Proceso de Elaboración del Adobe

a) Selección del Suelo

El material empleado en la elaboración de adobe estuvo libre de agentes extraños como material orgánico, piedras mayores a 5mm, plásticos etc. En el cual se realizó en campo las pruebas de inspección inmediata de las características físicas del suelo y su posterior análisis en laboratorio de mecánica de suelo, tal como refiere la Norma E-080.

b) Agua

El agua utilizada en la elaboración de los adobes fue agua de consumo doméstico de caño, el cual estuvo limpia y libre de impurezas tal como hace referencia la Norma E-080, con un pH neutro moderado.

c) Peso de la Fibra

Se procedió a dosificar en función al peso seco del material contenido en el adobe patrón, en porcentajes de (0. %, 0.25%, 0.50%,0.75%). A continuación, la Figura. n muestra el peso de la fibra de coco.

Figura 5

Peso de la fibra de coco



Nota. La figura muestra el peso de la fibra de coco en función a los porcentajes de cada tratamiento

Figura 6

Dosificación de la fibra de coco



Nota. La figura se visualiza la dosificación de los cuatro tratamientos

d) Preparación de la Tierra y Mezcla con Fibra de Coco

Una vez selecta la tierra se procedió a separar los elementos extraños, así como también piedras mayores a 5 mm. Se apilo la tierra y se humedeció hasta dejar una pasta consistente y trabajable, seguidamente se le agrego la fibra de coco uniformemente, ya humedecido se dejó reposar durante 48 horas, para completar su proceso hidratación. Lo antes citado se realizó teniendo como referencia el (Manual de Construcción del adobe / MVCS, 2010). A continuación, se muestran los diferentes procesos de elaboración del espécimen.

Figura 7

Proceso de elaboración del espécimen



Nota. La Figura muestra el proceso de elaboración del adobe, desde la dosificación de sus componentes, hasta el proceso de mezclado y reposo de la mezcla.

e) Secado de los Bloques de Adobe

El proceso de secado de los bloques de adobe, se realizó en ambientes cubiertas de la exposición del sol, para evitar que se rajen. Al cabo del cuarto día se procedió a colocar los bloques de canto para así completar el proceso de secado durante 28 días. La figura 8 muestra el proceso de secado de las muestras de adobe.

Figura 8

Proceso de secado de las muestras de adobe



Nota. La figura muestra el proceso de secado de los bloques de adobe, en un tiempo de 28 días.

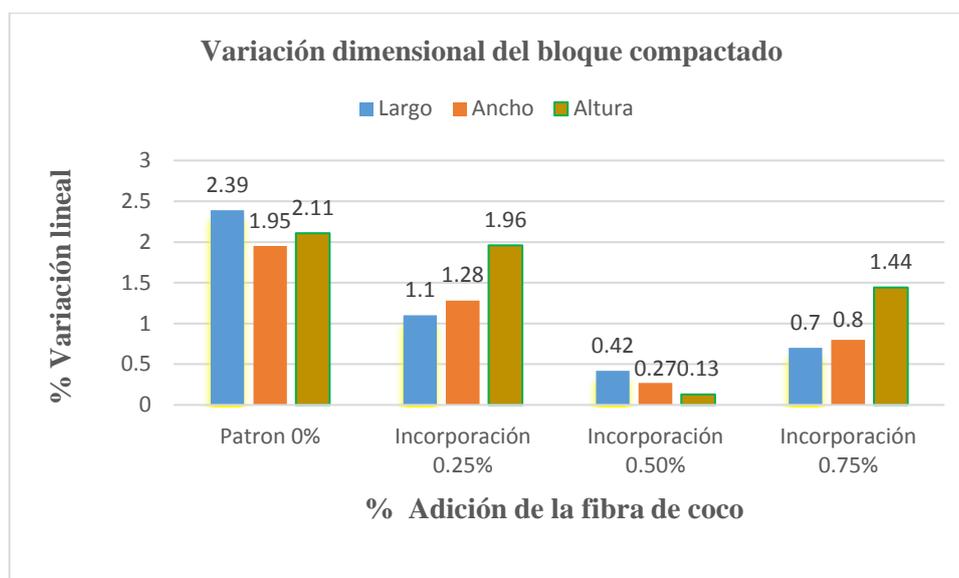
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. La variabilidad dimensional y la resistencia a compresión del adobe estabilizado con 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco, respecto al adobe patrón.

En los ensayos de variabilidad dimensional se contrasto que el uso de fibra de coco produce una adherencia en la estructura del espécimen, adquiriendo así una consistencia más sólida a medida que se va incrementando la dosificación. En relación al adobe patrón con 0% de fibra se observó una masa no muy estable, con una simetría cuasi variable al completar el periodo de secado.

Figura 9

Grafico comparativo porcentual de la variacion promedio dimensional



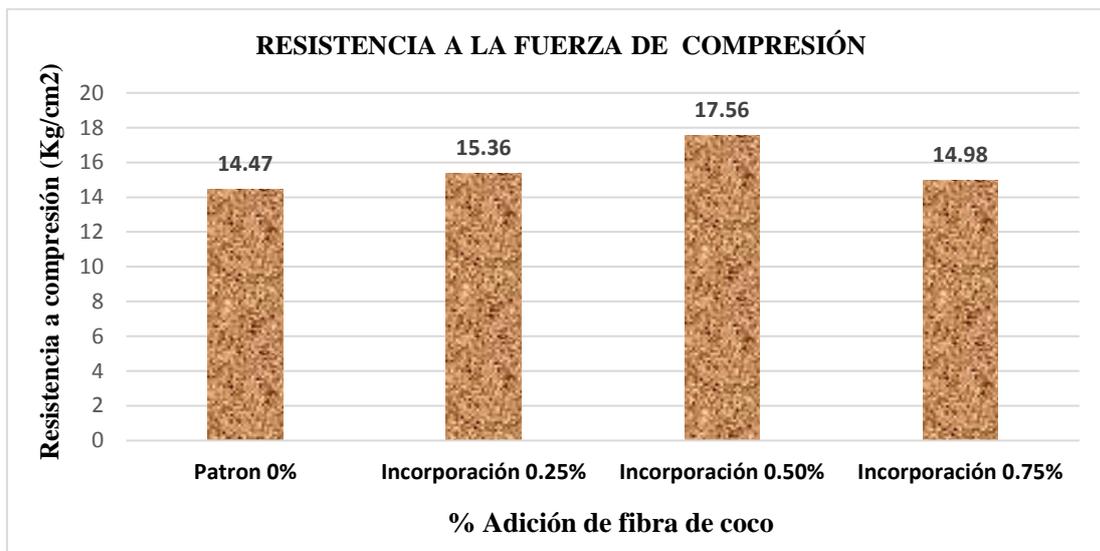
Nota. El grafico muestra la variación dimensional promedio, expresado en porcentajes del largo, ancho y altura. Donde se visualiza que la mayor variación dimensional se dio en el bloque patrón 0%, y la menor variacion se obtuvo con el tratamiento del 0.50% de fibra de coco.

Milla (2018) en su tesis de “Resistencia a la compresión de una unidad de adobe empleando una prensa manual y sustituyendo el 10%, 20% y 30%, por relave minero de Ticapampa, en la provincia de Huaraz – 2017”. Determino el ensayo de variacion dimensional respecto al largo, ancho y altura del adobe estabilizados con 0%, 10%, 20% y 30% de relave minero en donde se muestra que a medida se incremente la dosificación la variacion dimensional va disminuyendo con relación al adobe patrón. En el porcentaje de variacion dimensional en

cuanto al adobe patrón, Milla obtuvo resultados de largo 2.60%, ancho 4.62% y altura de 10%, en nuestro caso los resultados obtenidos fueron de largo 2.39%, ancho 1.95% y altura 2.11 % existiendo una ligera variación de 0.29% en cuanto al largo, 2.67% en el ancho y una significativa variación 7.89% en cuanto a la altura.

Figura 10

Resumen estadístico de la resistencia a compresión



Nota. El gráfico muestra la variación a la fuerza de compresión, donde se contrasta una máxima resistencia con la dosificación del 50 % fibra de coco

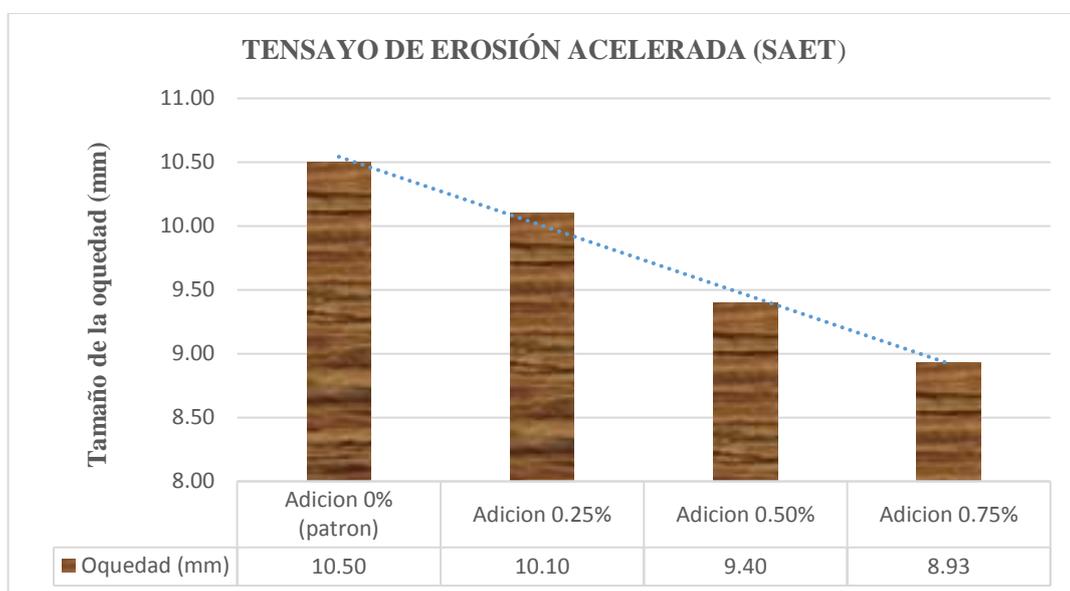
De acuerdo a la investigación de Ticona (2020) En su tesis “Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno – 2019”. Determinó la resistencia a compresión en porcentajes desde 0%, 0.5%, 1% y 2% en el que la muestra patrón alcanza una resistencia de 14.2 kg/cm², al 0.5% de dosificación un 13.6 kg/cm², al 1% obtuvo 12.7kg/cm² y al 2% un 11.3 kg/cm², obteniendo la máxima resistencia en el ensayo del adobe patrón, de allí en adelante una disminución a la resistencia a compresión. En nuestro trabajo se obtuvo una resistencia del adobe patrón de 14.47 2 kg/cm² con un ligero incremento de 1.9% respecto a lo obtenido por Ticona, al 0.25% de dosificación se obtuvo un 15.36 kg/cm², al 0.5% se obtuvo una resistencia de 17.56 kg/cm² incrementando la resistencia a la compresión en un 29.11% respecto a lo planteado por Ticona y finalmente se obtuvo un 14.98 kg/cm², con una dosificación de 0.75% de fibra de coco, observándose que los resultados obtenidos difieren de los planteado por Ticona, pues los resultados van aumentando su resistencia a compresión conforme se adiciona la fibra

de coco superando así el parámetro expuesto por la Norma Técnica de Edificaciones E. 080-2006.

2. El nivel de resistencia al ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET), del adobe estabilizado con adición del 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de Coco, con respecto a las unidades del adobe patrón.

Figura 11

Resumen estadístico del ensayo a la erosión acelerada de swinburne (SAET)



Nota. El gráfico describe las diferentes oquedades alcanzados por el adobe, en sus diferentes dosificaciones.

En la Figura 11 se evidencia que las unidades de adobe patrón, tienen una resistencia baja con respecto a los adobes estabilizados con 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra de coco, generándose una resistencia óptima al tamaño de oquedad de 8.93mm con la adición de 0.75% de fibra.

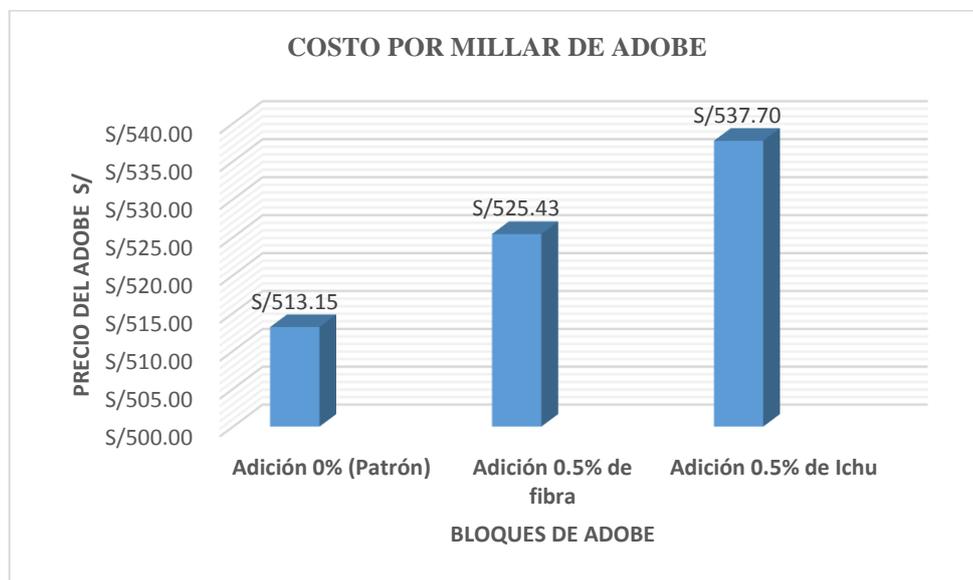
De acuerdo a la investigación de Romero y Collasi (2017), en su tesis “Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto”. Determino la resistencia a la erosión acelerada SAET en el adobe tradicional y adobes estabilizados con porcentajes de 5% y 10% de emulsión asfáltica, en el que la muestra del adobe tradicional alcanzo una oquedad de 30.83 mm, en nuestro caso se alcanzó una oquedad promedio máximo en el bloque patrón de 10.50 mm disminuyendo en un 65.94% respecto a lo resultados obtenido por Romero y Callasi. En los demás casos donde la adición fue del 5% y 10% se alcanzaron tamaños de oquedades de

2.28 y 1.53 mm, en nuestro caso con la adición del 0.50% y 0.75% de fibra de coco se obtuvieron resultados de 9.40 y 8.93mm, clasificando como bloques aptos según la profundidad de la oquedad. Los ensayos se realizaron aplicando los parámetros de la Norma Española (UNE).

3. Comparación económica del adobe estabilizado con fibra de coco, respecto al adobe tradicional.

Figura 12

Variación económica de los costos del adobe



Nota. La figura muestra la comparación económica de la producción por millar de adobes en sus diferentes dosificaciones.

CONCLUSIONES

- 1.** Se comprobó que la adición de fibra de coco en porcentajes de (0%,0.25%, 0.50%, y 0.75%), influye gradualmente en la variabilidad dimensional de los bloques de adobe con relación al adobe patrón.
- 2.** Se determinó que la cantidad de adición de (0%,0.25%, 0.50%, y 0.75%) de fibra de coco, influye positivamente en la resistencia a compresión del adobe. Las unidades de adobe patrón presentan una resistencia promedio de 14.47 kg /cm², en cambio las unidades estabilizadas con 0.25%, 05 % y 0.75% aumentan gradualmente su resistencia a la compresión, superando al adobe patrón y alcanzando su máxima resistencia de 17.56 kg /cm² con la dosificación del 0.50% de fibra.
- 3.** Se concluye que las unidades de adobe estabilizados con (0.25%, 0.50%, y 0.75%) de fibra de coco presentan una mejor resistencia, frente al ensayo de erosión acelerada (SAET), alcanzado oquedades aptas de 9.40 y 8.93 mm con adición de 0.50% y 0.75% de fibra, mientras que las unidades del adobe patrón alcanzaron una oquedad promedio de 10.50 mm, clasificado como bloque no apto, por encontrarse debajo de los parámetros establecidos por la Norma Española (UNE).
- 4.** Se determinó que el costo de producción de un millar de adobe estabilizado con fibra de coco, es más rentable que el adobe convencional, por la fácil accesibilidad al fruto coco y la obtención de la fibra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (Sexta ed.). Caracas: Episteme.
- Esguerra, M. (2013). *Adobe de Suelo Derivado De Cenizas Volcánicas: Una Alternativa Constructiva*. Pereira -Colombia: Universidad Libre de Colombia (ULC).
Recuperado el 12 de Diciembre de 2019, de
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17067/ADOBES%20DE%20SUELO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manual de Construcción del adobe / MVCS. (2010). *Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Milla, D. E. (2018). *Resistencia a la compresión de una unidad de adobe empleando una prensa manual y sustituyendo el 10%, 20% y 30%, por relave minero de Ticapampa, en la provincia de Huaraz – 2017*. Huaraz: Universidad San Pedro.
- Paredes, F. L., & De La Cruz, G. M. (2017). Estudio de estabilizadores en el adobe. *Universidad Central del Ecuador*, 1-6.
doi:<https://dx.doi.org/10.18180/tecciencia.2016.21.8>
- Romero, V. I., & Collasi, C. D. (2017). “*Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto*”. Cusco-Peru: Universidad Andina del Cusco.
- Ticona, J. M. (2020). “*Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019*”. Lima-Peru: Universidad Cesar Vallejo.